



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

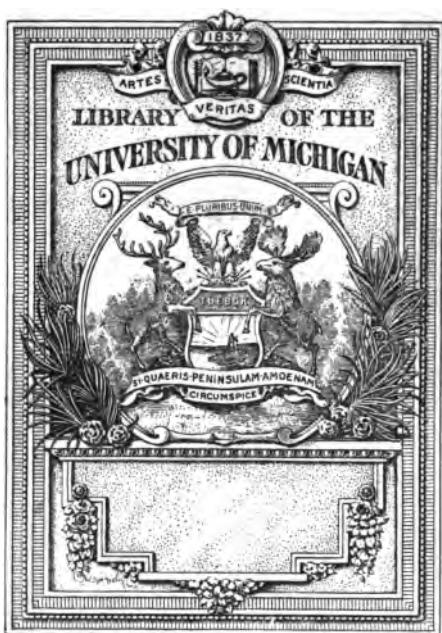
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

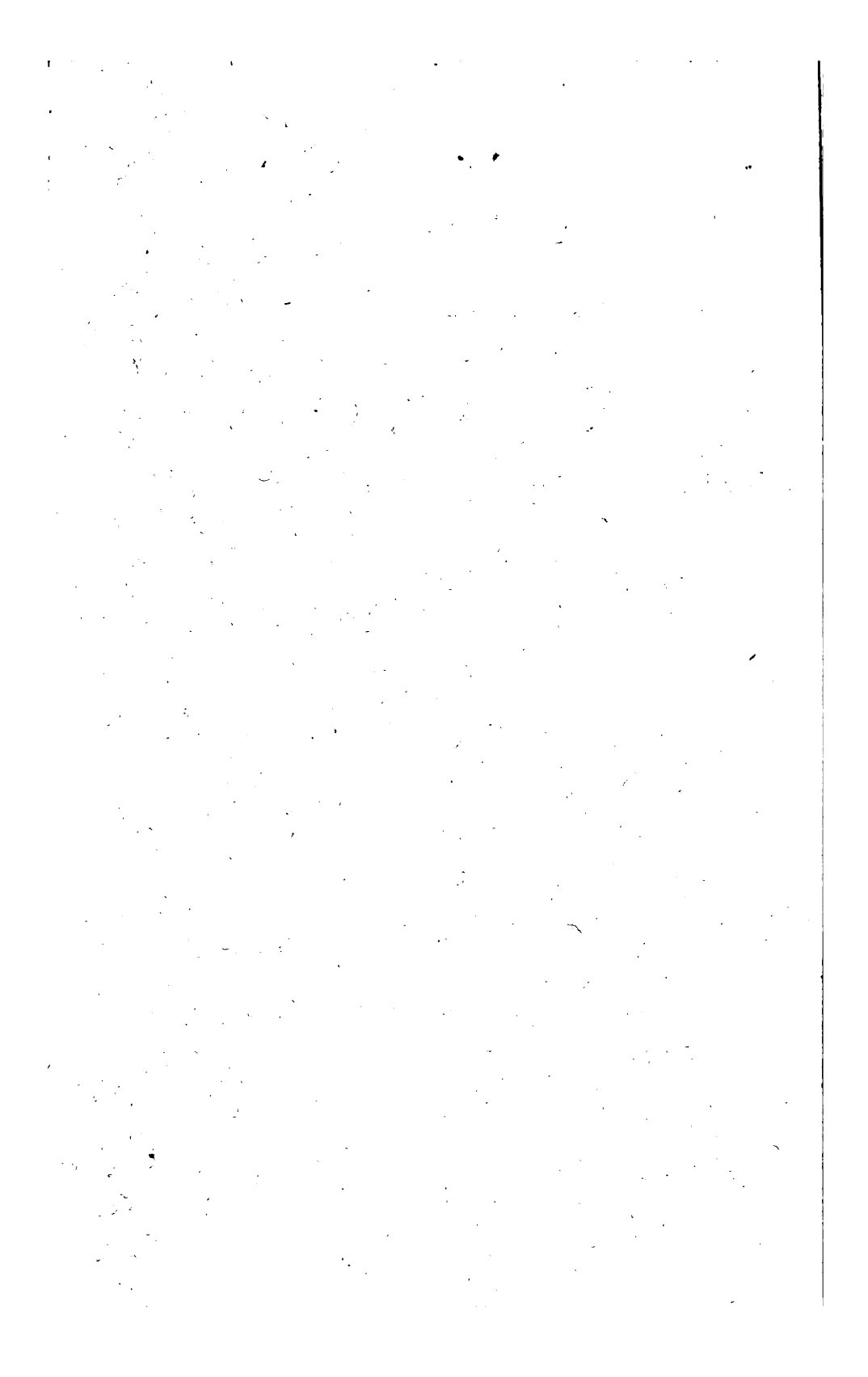
1,063,584



Q

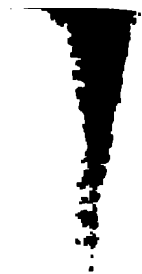
46

.N48









SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES

SCIENCES NATURELLES



BULLETIN

TOME XXXII: ANNÉE 1903-1904



NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ



1904



SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

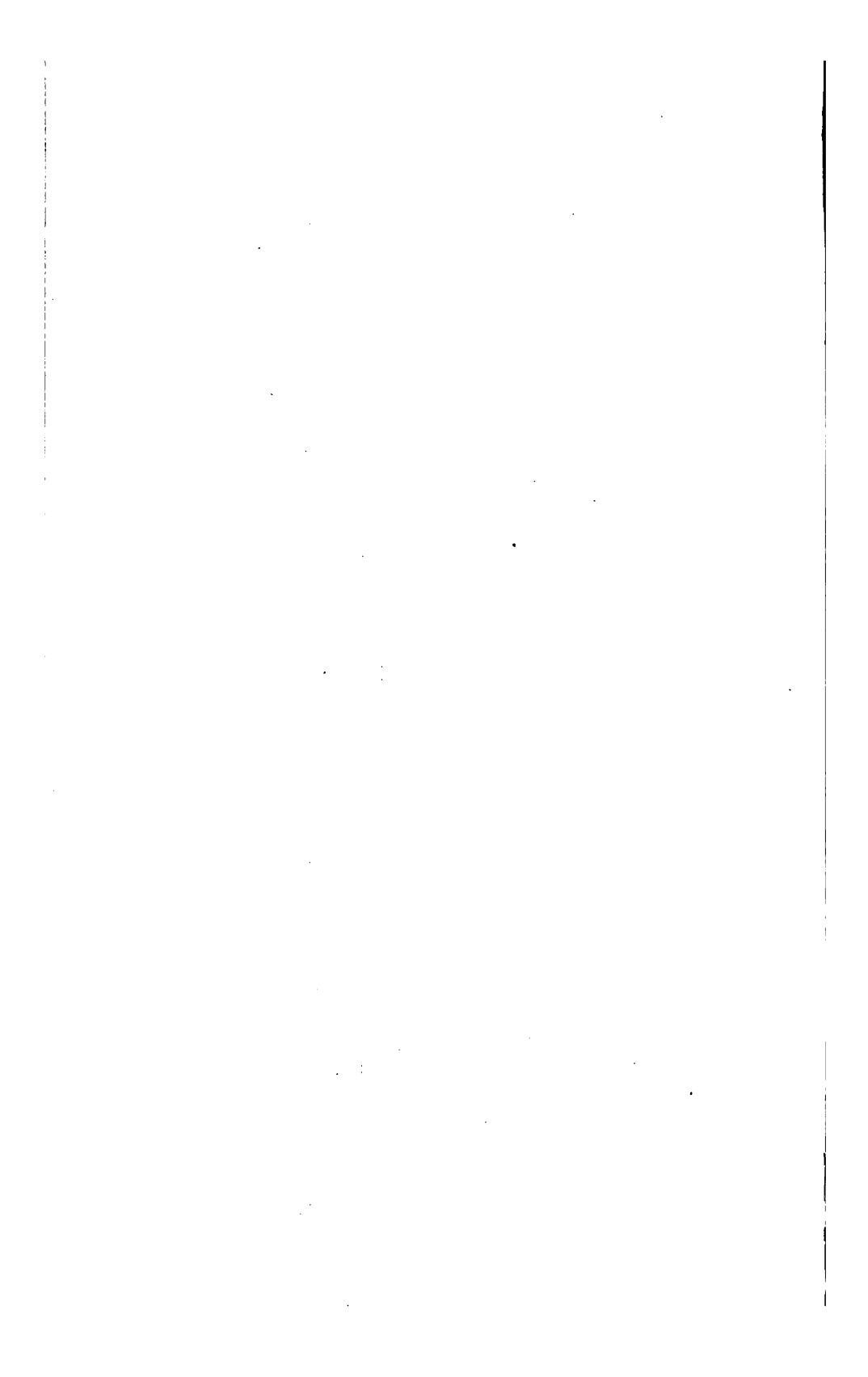
BULLETIN

TOME XXXII: ANNÉE 1903-1904



NEUCHATEL
IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ

1904



Séance du 27 mai 1904

UN CAS DE COMBUSTION LENTE

AUTOXYDATION

DES

THIURÉTHANES ALIPHATIQUES BISUBSTITUÉES

PAR HENRI BERTROUD

INTRODUCTION

Au cours de leurs recherches sur les chlorures thiocarbamiques, M. Billeter et ses élèves ont observé à plusieurs reprises que le chlorure diméthylthiocarbamique fraîchement préparé dégage à l'air d'épaisses fumées. M. Billeter en conclut à la présence, en très faible quantité, d'un corps étranger qui ne put, du reste, pas être isolé. M. Maret, en faisant agir l'acide chlorhydrique sur le diméthyl-diéthylphényldithiobiuret préparé à partir du chlorure diméthylthiocarbamique, obtint entre autres produits de décomposition un liquide bouillant à 82-88°, sous 12^{mm} de pression, doué de la même propriété de fumer énergiquement à l'air, en répandant la même odeur caractéristique, rappelant celle qui se dégage du phosphore humide. M. Billeter vit, dès le début, dans ces fumées, la manifestation d'un phénomène d'autoxydation ; sur ses conseils et sous sa direction

j'ai entrepris des recherches sur la nature et les propriétés de ce corps, pensant trouver dans ce travail une contribution à l'étude du mécanisme des combustions lentes.

PARTIE THÉORIQUE

L'étude de la combustion lente a fait l'objet, depuis une trentaine d'années, de travaux importants. Les auteurs de ces travaux ont établi que la quantité d'oxygène absorbé au cours d'une combustion n'est pas toujours égale à l'augmentation de poids du corps oxydé.

Tandis qu'une certaine quantité d'oxygène participe à la formation du produit d'oxydation, une autre quantité peut être absorbée néanmoins sans prendre part directement au processus d'oxydation.

Ainsi, la quantité d'oxygène absorbé est double de celle qui participe à la formation du produit d'oxydation, lorsque la combustion lente ou *autoxydation* s'effectue en présence d'*accepteurs*. On nomme ainsi des corps qui, sans être *autoxydables*, sont susceptibles de s'oxyder énergiquement au contact d'un corps autoxydable. L'oxygène absorbé par l'accepteur constitue ce qu'on appelle l'oxygène *actif*.

Différentes théories ont été proposées pour expliquer l'*activation* de l'oxygène. Schönbein¹, l'auteur de la découverte de l'ozone admettait que dans le processus d'oxydation, il se produit une transformation de l'oxygène en ozone $\ominus$ et en antozone $\oplus$. La

¹ Journ. für. prakt. Chemie, 75, 97.

modification positive s'unit à l'eau en formant de l'eau oxygénée, tandis que la modification négative est susceptible de s'unir au phosphore. Clausius¹ et Brodie² admettent que dans les oxydations, la molécule est divisée en ses deux atomes chargés d'électricité contraire. Hoppe-Seyler³ suppose aussi que l'oxydation détermine une rupture de la molécule d'oxygène, mais il n'attribue pas de charges électriques aux atomes. Selon lui, au cours d'une oxydation dans l'organisme, il se forme, par un processus de fermentation, de l'hydrogène naissant qui possède la propriété de diviser la molécule d'oxygène. Un des atomes participe à la formation de l'eau, tandis que l'autre est activé et acquiert une grande énergie oxydante.

Traube⁴ combattit le premier cette interprétation de l'activation de l'oxygène par rupture de la molécule. Il établit par de nombreuses déterminations que l'oxygène agit dans les autoxydations sans que sa molécule soit rompue.

En secouant de l'amalgame de zinc avec de l'eau de baryte dans une atmosphère d'oxygène ou d'air, il constata quantitativement l'absorption d'une molécule d'oxygène pour un atome de zinc oxydé, alors que la transformation de ce dernier en hydrate n'exige qu'un atome. Le second atome d'oxygène absorbé se trouvait à l'état de peroxyde de baryum Ba O_2 , lequel résulte de l'action de l'eau oxygénée sur la baryte. Il s'était donc formé quantitativement, pour un atome

¹ Pogg. Ann. 108, 644.

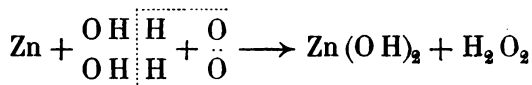
² Phil. Transact. II 759; Jahresb. 1850, 248.

³ Zeitschr. für physiol. Chemie, II, 22.

⁴ Ber. XXII, 1496.

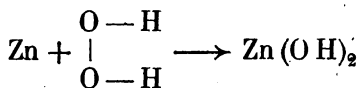
de zinc oxydé, une molécule d'hydrate et une molécule d'eau oxygénée. Or, comme on ne connaît aucun cas de formation d'eau oxygénée par oxydation de l'eau, on ne peut admettre, selon l'hypothèse de Hoppe-Seyler, que cette eau oxygénée résulte de l'action sur l'eau d'oxygène activé, sous la forme d'atomes séparés.

Si l'on admet par contre avec Traube que l'eau oxygénée n'est pas un produit d'oxydation de l'eau, mais bien un premier produit de réduction de l'oxygène dont l'eau est le produit de réduction complète, le mécanisme de l'autoxydation du zinc devient très clair. Ce n'est pas la molécule d'oxygène qui se rompt, mais bien la molécule beaucoup plus facilement divisible de l'eau :



L'hydrogène naissant, résultant de la décomposition de l'eau par le zinc, s'additionne à la molécule d'oxygène pour former de l'eau oxygénée. Exprimée conformément à la conception moderne, cette action consiste dans l'union des hydroxylions de l'eau au zinc, tandis que les hydrogénions, devenus disponibles, s'additionnent à l'oxygène libre ; les ions ainsi absorbés se régénèrent au fur et à mesure de leur disparition, en vertu de la loi sur l'effet de masse.

Si l'oxydation du zinc s'effectue en l'absence de baryte, l'absorption d'oxygène est sensiblement égale à un atome pour un atome de zinc. Cela résulte de ce que l'eau oxygénée n'étant plus fixée sous la forme de peroxyde de baryum, oxyde à son tour le zinc.



En opérant ainsi, en l'absence de baryte, Traube n'obtenait que de faibles traces d'eau oxygénée.

La théorie de Traube présente le défaut de n'expliquer que les cas d'oxydation en présence de l'eau. Cependant — Traube le fait remarquer lui-même — on connaît plusieurs exemples de combustion en l'absence de toute trace d'eau. Le sodium et le potassium brûlent dans l'oxygène sec avec formation de peroxydes.

Van't Hoff¹ et Jorissen² ont étudié le problème de l'activation d'oxygène au point de vue de la quantité d'oxygène activé, et leurs déterminations les ont conduits à formuler la loi suivante:

Les corps autoxydables activent une quantité d'oxygène égale à celle qui sert à la formation de leur produit d'oxydation.

Ewan³, en étudiant l'influence de la pression sur la rapidité d'oxydation du phosphore et de l'aldéhyde, établit qu'au-dessus d'une certaine pression limite il n'y a plus ni phosphorescence, ni oxydation, et qu'au-dessous de cette pression limite, la rapidité de l'oxydation est proportionnelle à la racine carrée de la pression de l'oxygène. Van't Hoff en conclut que c'est l'oxygène *dissocié* qui agit directement sur les substances autoxydables. Comme Clausius, il admet que la molécule d'oxygène est divisée en ses

¹ Z. f. phys. Ch., 16, 411.

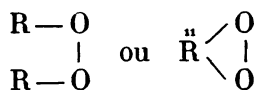
² Ber. 29, 1707.

³ Z. f. phys. Ch., 16, 315.

deux atomes, lesquels portent des charges électriques contraires. L'un des atomes s'unit à la substance autoxydable ; l'autre est activé.

Engler et Wild¹ admettent avec Traube que l'oxygène agit dans les autoxydations sans que sa molécule soit rompue. Ils formulent leur interprétation du phénomène de la combustion lente de la manière suivante :

Dans les processus d'autoxydation, ce ne sont pas les atomes d'oxygène qui agissent, mais toujours des molécules entières. Par la rupture de la double liaison de la molécule d'oxygène, il se forme des peroxydes de la forme :



Ces peroxydes peuvent, ainsi que l'eau oxygénée, abandonner un atome d'oxygène à des substances oxydables, le peroxyde se réduisant en simple oxyde. L'oxygène activé n'est pas de l'oxygène à l'état d'atomes libres, mais il consiste en oxygène chimiquement combiné, et facilement séparable.

W. Manchot², dans son étude sur l'autoxydation des phénols, est arrivé comme ses devanciers à constater que la moitié de la quantité totale d'oxygène absorbé est activé. Cet oxygène activé se trouve, dans les produits d'oxydation des phénols, sous la forme d'eau oxygénée. Il en est de même dans l'autoxydation des hydrazoïques³.

¹ Ber. XXX, 1669.

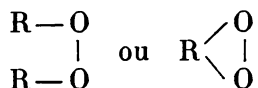
² Über Freiwillige Oxydation, Leipzig, 1900.

³ Liebigs Ann., 303, 49.

Tous les auteurs qui se sont occupés de l'étude du mécanisme des autoxydations sont arrivés à cette même conclusion : *de la quantité totale d'oxygène absorbé au cours d'une autoxydation, la moitié participe à la formation du produit d'oxydation, tandis que l'autre moitié est constituée par de l'oxygène activé.*

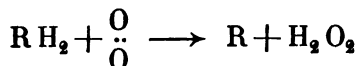
Traube, Engler et Manchot s'accordent pour admettre que l'oxygène agit par molécules entières et non à l'état d'atomes séparés. Cette hypothèse est appuyée par un nombre assez considérable de vérifications expérimentales pour qu'on l'adopte de préférence à celle de Clausius et Hoppe-Seyler, reprise par Van't Hoff.

Tandis que la théorie de Traube tient compte seulement des cas d'autoxydation en présence de l'eau, celle d'Engler est générale, et permet d'expliquer aussi les cas d'autoxydation en l'absence d'eau, par la formation de peroxydes de la forme



Plusieurs de ces peroxydes ont été isolés par Engler. D'autre part, la formation d'eau oxygénée a été établie par les travaux de Traube et plus tard par ceux de Manchot. Ce dernier a cherché à établir si l'eau oxygénée est un produit primaire, ou un produit secondaire provenant de la décomposition par l'eau d'un peroxyde formé en première phase. Le fait que nombre de peroxydes, décrits par plusieurs auteurs, sont très stables vis-à-vis de l'eau, parle en faveur de la formation primaire de l'eau oxygénée. L'autoxydation des hydrazodérivés étudiée par Manchot donne

naissance à de l'eau oxygénée. Tout porte à croire que celle-ci se forme en première phase et selon l'équation :



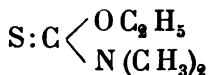
Si l'eau oxygénée ne se formait pas dans ce cas directement, on serait obligé d'admettre la formation intermédiaire d'un peroxyde $R O_2 H_2$, que Manchot rejette comme étant en contradiction avec notre conception de la valence.

Engler¹ établit, par des travaux récents, que dans l'autoxydation du carbonate céreux, il se forme en phase primaire de l'eau oxygénée, et en phase secondaire seulement, un peroxyde. Cette constatation ne diminue du reste en rien la valeur de la théorie d'Engler, car l'eau oxygénée est elle-même un peroxyde de la forme



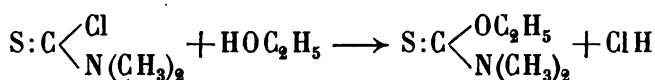
Seule, parmi celles qui ont été proposées, la théorie d'Engler permet une interprétation rationnelle de tous les cas d'autoxydation.

Les recherches auxquelles j'ai procédé sur la nature et les propriétés du corps isolé par M. Maret, ont établi qu'il s'agit bien d'un corps autoxydable. C'est une thiuréthane bisubstituée : le diméthylthiocarbamate d'éthyle



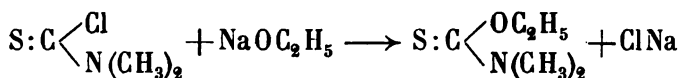
¹ Ber. 36, 2642.

Ce corps résulte de l'action du chlorure diméthylthiocarbamique — produit de décomposition du diméthyl-diéthylphényldithiobiuret par l'acide chlorhydrique — sur l'alcool contenu dans le chloroforme commercial :

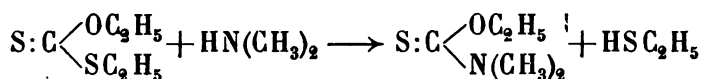


Il a été préparé synthétiquement par deux méthodes :

a) Action de l'éthylate de sodium sur le chlorure diméthylthiocarbamique :



b) action de la diméthylamine sur le xanthogénate d'éthyle :



Le produit obtenu par l'une et l'autre des deux méthodes est identique à celui qui provient de la décomposition du dithiobiuret, possédant les mêmes constantes, et en particulier la même propriété caractéristique de fumer à l'air.

Les fumées sont bien — ainsi que cela avait été prévu — la manifestation d'un phénomène d'autoxydation.

Les homologues du diméthylthiocarbamate d'éthyle, préparés par les mêmes méthodes que ce dernier, sont comme lui autoxydables et répandent à l'air des fumées d'autant moins abondantes que leur poids

moléculaire est plus élevé. Le caractère d'autoxydabilité s'atténue chez les termes supérieurs; il est presque nul pour le diméthylthiocarbamate d'amyle.

Les composés analogues aux thiuréthanes aliphatiques bisubstituées, différant de celles-ci par le remplacement du groupe amino par un oxalcoyle, ou inversement du groupe oxalcoyle par un amino, ne possèdent pas la propriété d'émettre des fumées, et ne sont pas autoxydables. Les thiurétanes non substituées, ou monosubstituées ne possèdent pas non plus cette propriété. Il en est de même des thiuréthanes bisubstituées contenant un radical aromatique.

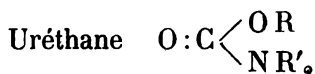
Les thiuréthanes aliphatiques bisubstituées sont autoxydables en présence de l'eau, mais non dans l'oxygène parfaitement sec.

En espace clos, et en présence d'oxygène et d'eau seulement, le processus s'arrête au bout de quelques instants.

Si l'on opère en renouvelant continuellement l'oxygène, les produits d'oxydation étant entraînés, le phénomène se poursuit jusqu'à disparition complète de la thiuréthane. L'autoxydation conduite dans ces conditions est extrêmement lente.

En présence d'une base, le processus s'accomplit beaucoup plus rapidement, grâce au fait que les produits acides, résultant de l'autoxydation, sont fixés au fur et à mesure de leur formation, et ne peuvent plus s'opposer à la poursuite du phénomène.

Les résultats des essais d'autoxydation des thiuréthanes bisubstituées, effectués en présence d'une solution de carbonate sodique, s'accordent avec la théorie d'Engler admettant la formation d'un peroxyde; les produits obtenus dans cette opération sont les suivants :



Acide thiosulfurique,

Acides sulfureux et sulfurique.

. Le rendement en uréthane est quantitatif.

Les rapports entre les quantités formées de chacun des acides du soufre sont loin d'être simples, et varient considérablement d'un essai à l'autre. On ne peut donc songer à en déduire directement le mécanisme de l'autoxydation des thiuréthanes. Les variations sont surtout importantes en ce qui concerne les quantités d'acide sulfureux et d'acide sulfurique formés. Cela n'est pas étonnant, étant donné que l'acide sulfureux, aussi bien que les sulfites, est autoxydable en acide sulfurique, respectivement en sulfate. Ces variations sont évidemment le fait d'une autoxydation secondaire plus ou moins complète de l'acide sulfureux. Un essai, fait dans des conditions particulièrement favorables à l'évitation de l'oxydation de l'acide sulfureux, a produit une quantité très faible d'acide sulfurique. Ce dernier provient donc de l'oxydation de l'acide sulfureux, et *les quantités de soufre oxydé en acide sulfureux et en acide sulfurique doivent être considérées ensemble.*

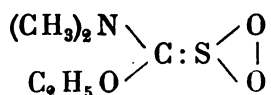
D'autre part, l'extension ou la diminution de contact entre les vapeurs oxydées et la solution alcaline destinée à les fixer a pour effet d'augmenter ou de diminuer, dans d'importantes proportions, les quantités d'acide thiosulfurique formé. Les changements apportés aux autres conditions d'expérimentation n'exercent aucune influence sensible. Il ne paraît donc pas douteux que l'acide thiosulfurique est le

premier produit inorganique de notre phénomène d'autoxydation et que seul il doit être pris en considération pour en interpréter le mécanisme. Or, à cet égard, il importe de constater qu'au point de vue de sa composition quantitative l'acide thiosulfurique se présente comme l'hydrate du monoxyde de soufre SO. Si nous considérons donc le thiosulfate comme résultant de l'action de l'alcali sur le monoxyde de soufre, nous pouvons dire, en ne tenant compte que du degré d'oxydation du soufre :

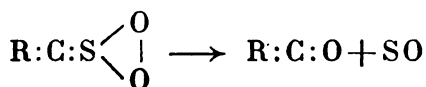
Le produit direct de l'autoxydation des thiuréthanes bisubstituées est le monoxyde de soufre SO.

Les oxydes SO₂ et SO₃ qui l'accompagnent sont des produits d'oxydation secondaire.

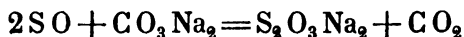
La formation de l'oxyde SO peut s'expliquer aisément en admettant — conformément à la théorie d'Engler — l'existence d'un peroxyde :



lequel, aussitôt formé se décompose en uréthane et en oxyde SO :



De l'anhydride SO, une partie est fixée par l'alcali à l'état de thiosulfate, au moment même de sa formation :



Une autre partie de cet oxyde subit une oxydation secondaire avant d'avoir pu être fixée par l'alcali et donne naissance au sulfite et au sulfate constatés dans le produit d'autoxydation.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Substances employées à la préparation des dithiobiurets.

Thiophosgène. — Le thiophosgène dont je me suis servi a été préparé par réduction du perchlorméthylmercaptan au moyen du chlorure stanneux, suivant la méthode décrite par MM. Billeter et Strohl (Ber. XXI, 102).

Amines secondaires. — L'éthylaniline employée était celle du commerce, purifiée par cristallisation du chlorhydrate et distillation de la base reprecipitée par la soude caustique. La diméthylamine a été préparée par la méthode de Baeyer et Caro (Ber. VII, 964 et VIII, 616).

Chlorure éthylphénylthiocarbamique. — Voir plus loin. *Sénévol.* L'éthylsénévol et le méthylsénévol employés étaient ceux du commerce.

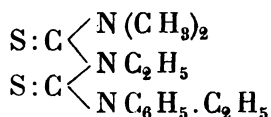
Thiurées tertiaires. — J'ai préparé : La triméthylthiurée, décrite par Dixon (Soc. 67, 357) et la diméthyléthylthiurée, obtenue pour la première fois par M. H. de Pury, cristallisée et décrite par M. Rivier (thèse, p. 78).

Ces deux thiur ont été préparées en faisant passer un courant de diméthylamine dans une solution alcoolique de sénévol. La solution est concentrée au bain-marie, et, après le départ du solvant, il reste un sirop épais, d'où la thiurée cristallise soit spontanément, soit au contact d'un cristal déjà formé.

Dithiobiurets pentasubstitués.

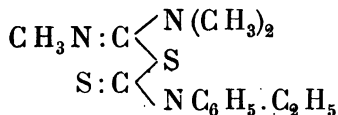
La méthode employée à leur préparation a été décrite par M. Billeter (Ber. XXVI, 1687).

Diméthylphényldiéthylthiobiuret.



Ce biuret a été obtenu par M. H. de Pury et décrit par MM. Billeter et Rivier. Je l'ai préparé par transposition du β -diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret, obtenu en faisant agir le chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la diméthyléthylthiurée.

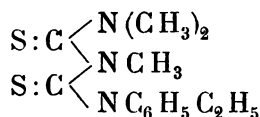
β -Triméthyléthylphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se forme par addition du chlorure éthylphénylthiocarbamique à la triméthylthiurée. En broyant avec de l'éther sa solution chloroformique

concentrée par évaporation dans le vide, il se sépare sous la forme d'une poudre cristalline. Il est soluble dans l'eau. Le carbonate de sodium précipite la base sous la forme d'une huile soluble dans l'éther de pétrole. En concentrant la solution dans le vide, le biuret se sépare à l'état de cristaux d'un jaune pâle, s'altérant à la lumière. Ce biuret est facilement soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, moins dans l'éther de pétrole. Il fond à 52°, 2-52°, 6.

Triméthyléthylphényldithiobiuret.



Jolis cristaux jaunâtres, facilement solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Point de fusion : 118°, 2.

J'ai obtenu ce corps par transposition du précédent, d'après la méthode générale de MM. Billeter et Rivier, en chauffant sa solution alcoolique pendant quelques heures au réfrigérant ascendant. Le biuret normal cristallise facilement par refroidissement de la solution concentrée. Par une seconde cristallisation dans l'éther de pétrole, on obtient le produit à l'état de pureté.

Dosage du soufre d'après Carius.

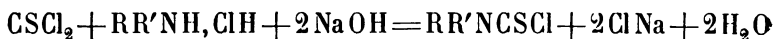
	^a	^b
Susbtance employée . . .	0g,1554	0g,1982
Sulfate de barium obtenu . .	0g,2559	0g,3285
Soufre déduit	22,63 %	22,77 %
Théorie	22,85 %	

**Substances employées à la préparation
des thiuréthanes.**

Chlorures thiocarbamiques bisubstitués. — Ces corps, décrits par M. Billeter (Ber. XX, 232, 1629), prennent naissance dans l'action du thiophosgène sur les amines secondaires. On peut les préparer en faisant agir une molécule de thiophosgène sur deux molécules de la base en solution étherée (Maret, thèse, 12).



ou bien en agitant avec deux molécules de soude caustique un mélange équimoléculaire de thiophosgène en solution chloroformique et de chlorhydrate de la base en solution aqueuse :



Par l'une et l'autre de ces deux méthodes, j'ai préparé le chlorure diméthylthiocarbamique et, contrairement au résultat obtenu par M. Maret, j'ai eu un meilleur rendement par la seconde méthode que par la première. En opérant aussi rapidement que possible, et sans négliger aucun soin, d'après la méthode de M. Billeter, et suivant les détails précis indiqués par M. Rivier (thèse, 72), je suis arrivé à pousser le rendement jusqu'à 70 %, tandis qu'en opérant dans les conditions décrites par M. Maret, je ne suis pas arrivé à dépasser les 65,0% obtenus par lui. Une des conditions essentielles de l'obtention d'un bon rendement dans la préparation des chlorures thiocarbami-

ques réside dans l'emploi de *chloroforme rigoureusement exempt d'alcool*. Cette méthode est la plus avantageuse, non seulement parce que son rendement est meilleur, mais aussi par le fait que toute la base employée participe à la formation du chlorure. J'ai préparé de cette manière les *chlorures diéthylthiocarbamique* $\text{Cl S C N (C}_2\text{H}_5)_2$ et *dipropylthiocarbamique* $\text{Cl S C N (C}_3\text{H}_7)_2$, décrits par MM. H. de Pury et Rivier.

Le *chlorure éthylphénylthiocarbamique* $\text{Cl S C N C}_6\text{H}_5$. C_2H_5 , employé à la préparation des dithiobiurets, a été obtenu par les deux méthodes en rendement à peu près égal. Mais ici encore, et d'une manière générale — à rendement égal ou même légèrement inférieur — la préparation à partir du chlorhydrate, en présence de soude caustique, paraît préférable, grâce à ce fait, déjà signalé, que toute la base employée participe à la formation du chlorure.

Alcoolates de sodium. — Le *méthylate*, l'*éthylate*, le *propylate*, le *butylate* et l'*amylate* de sodium, employés dans la préparation des thiuréthanes, ont été débarrassés de l'excès d'alcool par distillation, d'abord à pression ordinaire, puis dans le vide sans dépasser la température de 200° .

Les *xanthogénates d'éthyle* ont été préparés en faisant agir le bromure d'éthyle sur les xanthogénates de potassium, obtenus par la méthode bien connue qui consiste à ajouter une molécule de sulfure de carbone à une molécule de potasse caustique en solution dans l'alcool. J'ai préparé ainsi :

Le méthylxanthogénate d'éthyle : $\text{S C S C}_2\text{H}_5 \text{ O C H}_3$

L'éthylxanthogénate d'éthyle : $\text{S C S C}_2\text{H}_5 \text{ O C}_2\text{H}_5$

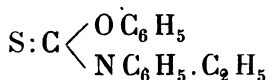
Le propylxanthogénate d'éthyle : $\text{S C S C}_2\text{H}_5 \text{ O C}_3\text{H}_7$

Le butylxanthogénate d'éthyle : $\text{S C S C}_2\text{H}_5 \text{ O C}_4\text{H}_9$

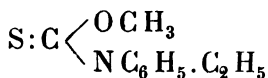
Thiuréthanes bisubstituées.

La bibliographie ne mentionne, dans la série aliphatique, aucune thiuréthane bisubstituée. Dans la série aromatique, il en existe quelques représentants préparés par MM. Billeter et Strohl (Ber. XXI, 104) :

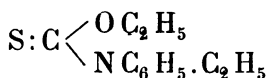
L'éthylphénylthiocarbamate de phényle :



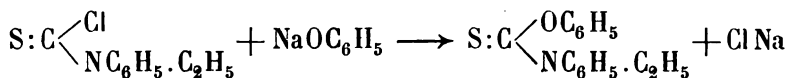
L'éthylphénylthiocarbamate de méthyle :



L'éthylphénylthiocarbamate d'éthyle :



Ces corps ont été obtenus par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur le phénolate, le méthylate et l'étylate de sodium :

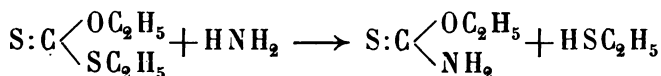


Cette méthode permet de préparer aussi des thiuréthanes bisubstituées exclusivement aliphatiques. L'opération se fait avantageusement dans les conditions suivantes :

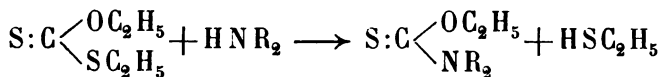
Le chlorure thiocarbamique est dissous dans dix fois environ son volume d'éther absolu ; on y ajoute, par petites portions, et en refroidissant avec de l'eau, un excès d'alcoolate de sodium bien sec et en poudre fine ; on agite le mélange en continuant à refroidir, et lorsqu'il ne se produit plus d'élévation de température, on chauffe une demi-heure au réfrigérant ascendant pour terminer la réaction.

On sépare par filtration le chlorure de sodium, on chasse l'éther par distillation au bain-marie et la thiuréthane qui reste est fractionnée dans le vide. Après un second fractionnement, on obtient un produit parfaitement pur, distillant à température constante.

Cette méthode donne des rendements satisfaisants ; je l'ai néanmoins remplacée par celle employée par Debus (A, 75, 128) à la préparation de la xanthogénamide. On obtient facilement ce corps en faisant agir, en solution alcoolique, l'ammoniaque sur le xanthogénate d'éthyle :



En remplaçant l'ammoniaque par une amine secondaire, on obtient une thiuréthane bisubstituée.



Ce mode de préparation présente sur le précédent l'avantage d'être à la fois plus économique et d'une exécution plus aisée, tout en donnant un rendement au moins égal. Il évite la préparation et la manipula-

tion délicates du thiophosgène et des chlorures thio-carbamiques.

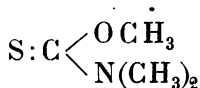
L'opération se fait de la manière suivante :

On dissout le xanthogénate d'éthyle dans dix fois environ son volume d'éther ou d'alcool absolu ; on y fait arriver de l'amine en excès, soit à l'état gazeux et soigneusement séchée sur de la chaux, soit en solution alcoolique ou éthérée, par un entonnoir à robinet. On laisse reposer pendant une nuit, on chasse le solvant par distillation au bain-marie et on fractionne dans le vide. Une fois le vide obtenu, avant de procéder à la distillation, il est bon de faire passer, pendant une heure environ, un courant de gaz, acide carbonique ou hydrogène, à travers le liquide pour le débarrasser des dernières traces de mercaptan qui l'accompagnent. Après un second fractionnement, on obtient le produit pur en rendement presque quantitatif.

Propriétés des thiuréthanes bisubstituées. — Les thiuréthanes aliphatiques bisubstituées sont liquides à la température ordinaire, sauf le diméthylthiocarbamate de butyle ; elles sont incolores, insolubles dans l'eau, sauf les termes inférieurs qui s'y dissolvent en très faibles proportions ; miscibles à l'éther, l'alcool, l'éther de pétrole, au benzène et au chloroforme. Elles possèdent la propriété remarquable de fumer à l'air en dégageant une odeur qui rappelle — chez les termes inférieurs — celle du phosphore humide. Ces fumées sont la manifestation du phénomène d'autoxydation qui fait le sujet du présent travail. Elles sont d'autant plus épaisses et abondantes que le poids moléculaire de la thiuréthane est faible ; les termes

supérieurs, à partir du diméthylthiocarbamate de butyle ne répandent plus que des fumées à peine perceptibles.

Diméthylthiocarbamate de méthyle.

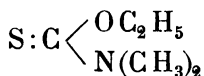


Liquide incolore, densité 1,0783, distillant à 68°,2 par 10^{mm} de pression ; se prend par refroidissement dans un mélange réfrigérant en une masse cristalline fondant à 3°,2.

Dosage du soufre d'après Carius.

	^a	^b
Substance employée . .	0g,1966	0g,2178
Sulfate de baryum obtenu	0g,3838	0g,4264
Soufre déduit	26,79 %	26,82 %
Théorie	26,85 %	

Diméthylthiocarbamate d'éthyle.

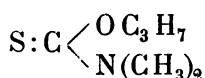


Ce corps a été obtenu par M. Maret comme produit de décomposition du diméthylphényldiéthylthio-
biuret par l'acide chlorhydrique, en présence d'alcool. Liquide incolore, densité 1,0352, distillant à 82°,6 par 10^{mm} de pression ; se prend par refroidissement en une masse cristalline fondant à 13°,8.

Dosage du soufre d'après Carius.

Substance employée . . .	^a 0g,2274	^b 0g,1782
Sulfate de baryum . . .	0g,3960	0g,3117
Soufre déduit.	23,95 %	24,05 %
Théorie.	24,07 %	

Diméthylthiocarbamate de propyle.

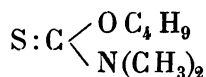


Liquide incolore, densité 1,0169, distillant à 96°, 5-97°, 5 par 12^{mm} de pression. Ne se prend pas par refroidissement dans un mélange réfrigérant. Odeur légèrement éthérée.

Dosage du soufre d'après Carius.

Substance employée . . .	^a 0g,1843	^b 0g,2362
Sulfate de baryum . . .	0g,2942	0g,3775
Soufre déduit.	21,95 %	21,98 %
Théorie.	21,78 %	

Diméthylthiocarbamate d'isobutyle.

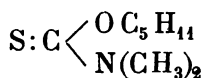


Beaux cristaux blancs opaques fondant à 28°, 8. Fume faiblement à l'air. Odeur agréable éthérée.

Dosage du soufre d'après Carius.

	^a	^b
Substance employée . .	09,2563	09,1743
Sulfate de baryum . . .	09,3662	09,2498
Soufre déduit	19,64 %	19,69 %
Théorie.	19,85 %	

Diméthylthiocarbamate d'isoamyle.

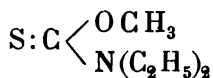


Liquide incolore, densité 0,9697, distillant à 119°-119°,5 par 10^{mm} de pression ; odeur douce, agréable ; ne fume que très légèrement à l'air.

Dosage du soufre d'après Carius.

	^a	^b
Substance employée . .	09,2635	09,2011
Sulfate de baryum . . .	09,3484	09,2747
Soufre déduit.	18,18 %	18,35 %
Théorie.	18,23 %	

Diéthylthiocarbamate de méthyle.



Liquide incolore, densité 1,0087, bouillant à 105°,2-105°,6 par 10^{mm} de pression ; odeur éthérée agréable.

Dosage du soufre d'après Carius.

	^a	^b
Substance employée . . .	0g,2899	0g,2095
Sulfate de baryum	0g,4527	0g,3297
Soufre déduit	21,68 %	21,60 %
Théorie.	21,78 %	

J'ai tenté vainement de préparer le *dipropylthiocarbamate de méthyle* par l'une et l'autre des deux méthodes décrites plus haut. Je n'ai pas réussi à obtenir un produit distillant à température constante, et les dosages faits dans la fraction passant aux environs de 120° accusaient une teneur en soufre en désaccord avec la théorie.

Action de l'acide chlorhydrique sur les dithiobiurets dont l'atome central d'azote porte un radical aliphatique.

Identification de la diméthylthiuréthane.

M. Maret, dans sa thèse sur « la transposition intramoléculaire réversible des dithiobiurets » pentasubstitués, a montré que seuls les dithiobiurets normaux, dont l'atome d'azote du centre porte un radical aromatique, sont susceptibles de se transformer sous l'action de l'acide chlorhydrique en chlorhydrates de pseudodithiobiurets. Il constata, par contre, que les dithiobiurets portant sur ce même atome d'azote le radical éthyle se comportent tout autrement. Ils se décomposent en donnant naissance à un certain nombre de produits parmi lesquels M. Maret a isolé : du chlorhy-

drate d'éthylaniline, du sénévol et un liquide incolore, distillant à 82°-89° par 11^{mm},8 de pression, et doué de la propriété singulière de fumer abondamment à l'air en dégageant une odeur rappelant un peu celle des carbylamines et celle que répand le phosphore exposé à l'air humide.

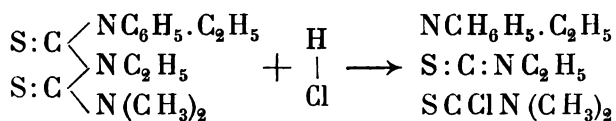
Ce corps a été analysé par M. Maret; mais la formule déduite de ses dosages était en désaccord avec le poids moléculaire déterminé par la méthode cryoscopique. Comme l'étude détaillée de cette question ne rentrait pas directement dans le cadre de ses recherches, il renonça à l'élucider.

Sur le conseil de M. Billeter, j'ai repris l'étude de ce corps étrange, en l'examinant particulièrement au point de vue de sa propriété d'émettre des fumées à l'air. J'ai refait les expériences de M. Maret, en employant les mêmes méthodes, mais mettant en œuvre des quantités de substance plus considérables.

Dans une solution contenant 50 à 100^g de diméthylphényldiéthylthiobiuret dissous dans 10 parties de chloroforme, deux molécules d'acide chlorhydrique soigneusement séché sont introduites et le mélange est laissé en repos pendant deux jours. Le chloroforme est ensuite chassé par distillation, puis par évaporation dans le vide; il reste alors une masse pâteuse qui, traitée à plusieurs reprises par l'éther bouillant, laisse un résidu insoluble, composé presque exclusivement de chlorhydrate d'éthylaniline. La partie soluble dans l'éther se présente, après expulsion du solvant, sous la forme d'un liquide brun, sentant l'éthylsénévol, et répandant à l'air des fumées épaisses. Le sénévol peut être séparé par distillation; puis par fractionnement dans le vide du résidu, on obtient le

corps fumant incolore. Ce dernier, exposé à l'action réfrigérante d'un mélange de glace et de sel, se prend en une masse cristalline qu'on peut débarrasser de ses impuretés liquides par expression entre des feuilles de papier à filtrer. Le produit ainsi purifié distille à 82°,6 sous 10^{mm} de pression, mais le rendement en est insignifiant. Malgré tous mes soins, j'ai toujours obtenu un rendement inférieur à celui qu'obtenait M. Maret; en outre, singulière constatation déjà faite par M. Maret, le rendement était d'autant plus abondant que l'opération se faisait en solution plus diluée.

Le corps obtenu à l'état de pureté, j'ai procédé à son identification. Dans ce but, j'ai tenu d'abord à m'assurer que seul le radical diméthylthiocarbamique participe à sa formation, ainsi que le prévoyait M. Maret. Ce dernier admettait que, sous l'action de l'acide chlorhydrique, le diméthylphényldiéthylthiobiuret se décompose en première phase d'après le schéma suivant :



avec formation d'éthylaniline, d'éthylsénévol et de chlorure diméthylthiocarbamique. Ce dernier, ensuite d'une décomposition secondaire complexe, donnerait naissance au corps fumant.

L'éthylaniline se retrouve *quantitativement* sous la forme de chlorhydrate dans les produits de décomposition du dithiobiuret. Il n'en est pas de même de l'éthylsénévol, dont les quantités recueillies dans

chacun des essais sont loin de correspondre à la théorie. La possibilité de sa participation à la formation du corps à identifier ne peut donc pas être rejetée d'emblée. Elle est cependant exclue par le fait qu'en soumettant à l'action de l'acide chlorhydrique un dithiobiuret dont l'atome d'azote du centre porte, au lieu du groupe éthyle, un autre alcoyle, le méthyle par exemple, on obtient un produit possédant les mêmes propriétés et les mêmes constantes.

Ce fait établi, l'analyse élémentaire permettra de fixer la composition et la constitution du corps à identifier.

Analyse élémentaire.

Carbone et hydrogène :		
	<i>a</i>	<i>b</i>
Substance employée . .	0g,2010	0g,2034
Acide carbonique formé .	0g,3282	0g,3332
Carbone déduit	44,50 %	44,70 %
Eau formée	0g,1508	0g,1558
Hydrogène déduit . . .	8,40 %	8,56 %

Dosage du soufre d'après Carius.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Substance employée . .	0g,1619	0g,1549
Sulfate de baryum . . .	0g,2785	0g,2666
Soufre déduit.	23,60 %	23,64 %

Dosage de l'azote d'après Dumas.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Substance employée . .	0g,2392	0g,1847
Azote obtenu en cm ³ . .	22g,50	17g,55
Température	17°	17°
Pression barométrique .	723mm,0	723mm,0
Azote déduit	10,37 %	10,39 %

Récapitulation.

	<i>a</i>	<i>b</i>	Moyenne	Calculé pour C ₅ H ₁₁ S N O
Carbone	44,50 %	44,70 %	44,60 %	45,06 %
Hydrogène	8,40	8,56	8,48	8,32
Soufre	23,64	23,60	23,62	24,07
Azote	10,39	10,37	10,38	10,54
Oxygène	13,07	12,77	12,92	12,01
	100,—	100,—	100,—	100,—

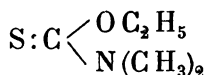
La formule brute déduite de ces analyses est : C₅ H₁₁ S N O ; le calcul donne pour l'hydrogène 11,5 ; mais, comme le dosage de cet élément donne généralement des résultats trop forts, le chiffre 11 doit être choisi de préférence à 12 ; ce dernier d'ailleurs ne peut être admis, en raison de la loi des valences paires. Cette formule concorde avec le poids moléculaire déterminé par la méthode cryoscopique, en employant le benzène comme solvant.

$$\begin{aligned}
 a. \quad G &= 129,88 & g &= 09,2488 & \Delta &= 0^{\circ},725 \\
 \text{Pour } K &= 50 & m &= 133 \\
 \text{Pour } K &= 53 & m &= 141
 \end{aligned}$$

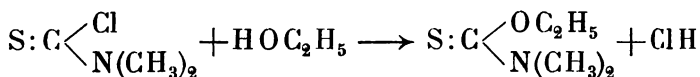
$$\begin{aligned}
 b. \quad G &= 129,88 & g &= 09,3373 & \Delta &= 1^{\circ},005 \\
 \text{Pour } K &= 50 & m &= 130 \\
 \text{Pour } K &= 53 & m &= 138 \\
 \text{Calculé pour } C_5 H_{11} S N O & m &= 133
 \end{aligned}$$

La présence du complexe $S : C N (C H_3)_2 = C_3 H_6 S N$ ayant été établie expérimentalement, la *constitution* du corps à identifier peut aisément être déduite du résultat des analyses. En effet, en déduisant de la formule brute : C₅ H₁₁ S N O, le complexe C₃ H₆ S N,

il reste C_2H_5O , soit le radical oxéthyle. La réunion du complexe diméthylthiocarbamique et du complexe oxéthyle permet d'établir la formule suivante :



qui exprime la constitution du liquide fumant. *C'est une thiuréthane bisubstituée.* Mais aucun des ingrédients employés ne contient le radical oxéthyle ni aucun autre complexe oxygéné. Celui-ci ne peut provenir que du dissolvant. C'est, en effet, grâce à la présence d'alcool dans le chloroforme employé, livré cependant comme produit chimiquement pur, que la thiuréthane a pu prendre naissance, d'après l'équation suivante :



Le fait singulier, signalé plus haut, que le rendement est d'autant plus abondant que l'opération se fait en solution plus étendue, trouve par là une explication très simple.

Le rôle de l'alcool dans la décomposition du diméthylphényldiéthylthiobiuret par l'acide chlorhydrique a été vérifié expérimentalement. Deux portions de 25 grammes de biuret ont été dissoutes chacune dans 100 centimètres cubes de chloroforme rigoureusement pur. A l'une des portions j'ai ajouté la quantité d'alcool nécessaire à la formation de la thiuréthane. Cette portion, traitée par l'acide chlorhydrique, a donné un produit plus riche en thiuréthane qu'aucun des essais antérieurs. L'autre portion, traitée par

l'acide chlorhydrique en l'absence de toute trace d'alcool ne contenait pas de thiuréthane et ne dégageait aucune fumée.

Autoxydation des thiuréthanes aliphatiques bisubstitués.

Essais préliminaires.

Les thiuréthanes bisubstitués, dont les caractères ont été décrits plus haut, possèdent la propriété remarquable déjà signalée de répandre à l'air des fumées épaisses et abondantes. C'est de ce phénomène inattendu que j'ai cherché à pénétrer les causes et le mécanisme. La première question à résoudre était celle de savoir lequel des composants de l'air détermine ce phénomène. L'oxygène fut, cela va sans dire, l'objet des premières recherches faites dans ce but. L'idée paraissait s'imposer que les fumées n'étaient pas autre chose que la manifestation d'un processus d'autoxydation. Pour vérifier cette supposition, des essais furent faits dans les conditions suivantes : quelques gouttes de thiuréthane étaient introduites dans un flacon bien bouché à l'émeri ; puis, après y avoir fait le vide, le flacon était rempli successivement d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique. Les fumées se produisirent en présence de l'oxygène seulement : il s'agissait bien d'un cas de combustion lente.

Une série d'essais fut entreprise pour déterminer quantitativement le volume d'oxygène absorbé. Dans ce but, une quantité pesée de thiuréthane était introduite dans un flacon rempli d'oxygène. La pression

du gaz était mesurée, puis, le flacon fermé était fixé sur une machine à secouer et soumis à une agitation énergique pendant plusieurs heures. Après cette opération, la pression était restée la même qu'auparavant. L'examen eudiométrique du gaz du flacon ne montrait aucune différence avec celui d'un essai à blanc exécuté dans les mêmes conditions. La thiuréthane, aussitôt sortie du flacon, se remettait à fumer énergiquement, alors qu'en espace clos les fumées avaient complètement cessé quelques instants après l'introduction de l'oxygène. De nouveaux essais furent faits en variant les conditions d'expérimentation : température, durée de l'agitation, addition de quantités variables d'eau. Dans aucun cas la mesure de la pression n'accusa la moindre absorption d'oxygène. De ces résultats négatifs, il fallait conclure que l'oxydation dans un espace clos s'arrête à peine commencée, sous une influence antagoniste.

Je renonçai alors à opérer en vase clos, et une nouvelle série d'essais fut entreprise dans les conditions suivantes : Un courant d'oxygène était conduit par un tube capillaire plongeant dans de la thiuréthane contenue dans un flacon. Les vapeurs entraînées par le gaz étaient condensées soit au moyen d'un réfrigérant, soit en les recueillant dans un flacon d'éther ou d'eau. La température, la vitesse du courant d'oxygène et le degré d'humidité de ce gaz étaient modifiés à chaque essai. Pour faciliter l'oxydation, l'oxygène chargé des vapeurs de thiuréthane était conduit dans un tube garni d'amiante platinée, maintenue à des températures variées. Malgré toutes les précautions prises, il n'a pas été possible d'obtenir une oxydation complète. Le produit recueilli en condensant les vapeurs

entraînées fumait toujours à l'air ; son point d'ébullition descendait, à la vérité, de quelques degrés au-dessous de celui de la thiuréthane, et le dosage du soufre contenu dans le produit distillé indiquait une plus faible proportion de cet élément. Mais, le fait même de la présence du soufre bien qu'en faible quantité — 6 à 10 % au lieu de 24 % dans la thiuréthane — était la preuve que l'oxydation n'était pas complète. En effet, la molécule de thiuréthane contenant un atome de soufre, et son oxydation consistant en une désulfuration, le processus ne peut être achevé que lorsque la désulfuration est complète.

Pour déterminer une oxydation complète, j'ai cherché, dans un nouvel essai, à éviter qu'une partie de la thiuréthane inoxydée ne puisse être entraînée par le courant d'oxygène. Un gramme environ de thiuréthane fut introduit dans un flacon à double tubulure. Par un des tubes arrivait un courant d'oxygène, qui, au lieu de barbotter dans le liquide comme précédemment, se répandait à sa surface ; l'autre tube était relié à une série d'appareils à absorption consistant en :

un ballon vide de 150 centimètres cubes, pour observer et éventuellement condenser les fumées,
un tube garni de coton de verre, pour condenser les fumées,
un second ballon vide, pour constater la présence ou l'absence des fumées,
un flacon d'eau distillée,
deux flacons remplis d'une solution d'acétate de plomb, pour recueillir éventuellement l'hydrogène sulfuré,
enfin, un flacon d'eau de baryte.

Le flacon, fixé sur une machine à secouer, était maintenu en mouvement pendant toute la durée de l'opération. Ce n'est qu'au bout de 120 heures que les fumées cessèrent de se manifester.

L'analyse du contenu des différents appareils à absorption a révélé la présence des produits suivants :

traces de *soufre* dans le flacon tubulé,
acide sulfurique dans le premier ballon et dans le
coton de verre,
acide sulfureux dans le flacon d'eau distillée et dans
ceux d'acétate de plomb.

Il n'y avait pas d'hydrogène sulfuré ni d'acide carbonique.

Le liquide contenu dans le flacon tubulé répandait une odeur éthérée agréable. Traité par la soude caustique, il dégagait de la diméthylamine provenant sans doute d'une saponification partielle imputable aux acides formés.

Il était à supposer que l'arrêt presque immédiat du processus d'autoxydation en vase clos était causé par les acides formés, qui s'opposaient à la poursuite de l'action de l'oxygène. Si tel était le cas, l'opération devait pouvoir se continuer à la condition que ces acides soient fixés au fur et à mesure de leur formation. Des essais en vase clos ont été repris, en ajoutant à la thiuréthane une base faible en quantité suffisante pour fixer les acides formés. J'ai employé d'abord la magnésie humectée d'eau, et je pus constater aussitôt que les fumées, au lieu de s'arrêter au bout de peu de temps, se maintenaient longtemps, restant épaisses et abondantes. La pression, mesurée après cessation des fumées, était de beaucoup infé-

rieure à celle mesurée au début, accusant ainsi une forte absorption d'oxygène. La solution aqueuse donnait, outre les réactions des acides sulfureux et sulfurique, celles de l'*acide thiosulfurique* :

précipité de soufre par addition de Cl_2H
avec NO_3Ag , précipité blanc virant au brun
avec Cl_3Fe , coloration violette.

Par contre, il n'y avait pas de soufre, ce qui paraît montrer que le soufre obtenu précédemment provenait de la décomposition de l'acide thiosulfurique formé en action primaire. Enfin, dans le produit oxydé, l'odeur de la thiuréthane avait fait place à une forte odeur éthérée qui était celle de l'oxyuréthane correspondante. Le produit d'extraction par le chloroforme de la solution obtenue, fractionné à plusieurs reprises, possédait en effet le point d'ébullition 147° de la diméthyluréthane.

Méthodes employées.

La magnésie, employée dans les premiers essais pour fixer les acides formés, présente certains inconvénients : son insolubilité rend malaisés les titrations et dosages. Je l'ai remplacée par une base soluble. Après avoir essayé les alcalis caustiques — au contact desquels les thiuréthanes subissent une saponification sensible — j'ai adopté le carbonate de sodium dont j'employais un excès suffisant pour que l'acide carbonique ne pût pas se dégager, mais restât en solution à l'état de bicarbonate. Pour obtenir une oxydation aussi rapide et complète que possible, il faut opérer en solution très diluée et en présence d'un fort excès

de carbonate. Je n'ai pas pu concilier cette exigence avec la nécessité de faire les titrations en solution aussi peu étendue que possible. Dans la plupart des essais, j'ai employé, pour une molécule de thiuréthane, deux molécules de carbonate sodique cristallisé, en solution à 20 %.

J'ai remplacé la mesure de l'oxygène par différence de pression par la mesure directe du volume à pression constante.

L'appareil employé dans ce but consiste en un tube ou cylindre gradué, muni d'un bouchon à deux trous. Dans l'un de ceux-ci s'engage l'extrémité d'un petit siphon dont l'autre extrémité plonge dans une cuve à eau formant réservoir. Dans l'autre trou du bouchon pénètre un tube recourbé, relié par un tuyau de caoutchouc au flacon contenant la solution de soude et la thiuréthane.

La pression à l'intérieur du tube ou cylindre est égale à la pression extérieure, lorsque l'extrémité du siphon qui pénètre dans le cylindre est à la même hauteur que le niveau de l'eau contenue dans la cuve. La variation de pression pendant l'absorption est insignifiante si l'on a soin d'employer une cuve à grande surface; et il est aisé de rétablir la pression initiale en versant dans la cuve un volume d'eau égal à celui d'oxygène absorbé pendant l'oxydation.

Avec cet appareil, rappelant par sa disposition celui employé par Manchot dans ses travaux sur les autoxydations, l'opération est conduite de la manière suivante :

Dans un flacon muni d'une fermeture à robinets, on introduit une ampoule renfermant une quantité pesée de thiuréthane, quelques morceaux de verre

destinés à briser l'ampoule et la quantité voulue de solution de carbonate sodique. Après avoir remplacé par de l'oxygène l'air contenu dans le flacon, celui-ci est mis en communication avec le cylindre ou tube gradué, et solidement fixé sur la machine à secouer. Le volume d'eau contenu dans le cylindre est noté, ainsi que la température et la pression barométrique ; puis la machine à secouer est mise en marche. L'ampoule se brise, d'épaisses fumées remplissent l'espace vide du flacon et l'eau de la cuve, siphonnée dans le cylindre, remplace l'oxygène absorbé par la thiuréthane.

Après un temps variable suivant la quantité de thiuréthane employée, la température et l'énergie de l'agitation — généralement 30 à 60 minutes pour un gramme — l'absorption cesse, ainsi que les fumées. Le volume d'eau contenu dans le cylindre est noté de nouveau, et la différence entre les deux lectures indique l'absorption d'oxygène en volume, d'où par le calcul on déduit l'oxygène en poids. La solution aqueuse, débarrassée par extractions répétées au moyen de chloroforme des composés organiques qu'elle contient, est amenée à un volume déterminé. Des parties aliquotes prélevées servent aux titrations et dosages des acides formés.

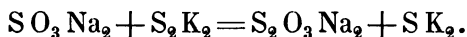
Titration et dosages.

Le dosage d'un mélange de sulfite, de sulfate et de thiosulfate présente certaines difficultés, et les méthodes proposées sont loin d'être d'une précision rigoureuse. Une méthode qui, à première vue, peut paraître avantageuse, consiste à séparer d'abord l'acide

sulfurique par précipitation au moyen du chlorure de baryum; la solution filtrée est ensuite titrée par l'iode, et l'acide sulfurique résultant de l'oxydation de l'acide sulfureux se précipite sous la forme de sulfate de baryum. Le volume total d'iode employé jusqu'à coloration indique la somme des équivalents iodométriques du sulfite et du thiosulfate. La quantité de sulfite étant déterminée par le dosage du sulfate formé dans l'oxydation par l'iode, celle de thiosulfate peut en être déduite par le calcul.

Cette méthode présente de sérieux inconvénients et ne saurait donner des résultats dignes de confiance. Il n'est pas possible, en effet, d'éviter la décomposition des acides thiosulfurique et tétrathionique, dans la précipitation de l'acide sulfurique; en outre, les sulfites sont si facilement oxydables que les résultats peuvent être considérablement faussés, à moins que des précautions infinies n'aient été prises. Du reste, dans le cas spécial du dosage des produits d'oxydation des thiuréthanes, cette méthode, même exacte, ne saurait être l'objet d'une application quelconque, par le fait que le thiosulfate ne s'y trouve pas dans sa forme habituelle, mais bien en combinaison avec le sulfite.

J'ai eu recours à une méthode qui m'a été indiquée par M. le prof. Billeter, et qui consiste à titrer d'abord le sulfite au moyen d'une solution de bisulfure de potassium. Sous l'action de ce réactif, le sulfite est transformé en thiosulfate, suivant l'équation :



Après titration par le bisulfure de potassium, la solution est additionnée d'acide acétique jusqu'à réac-

tion légèrement acide, et l'hydrogène sulfuré est chassé en faisant passer un courant d'air dans la solution maintenue dans le vide. Puis le thiosulfate est titré par l'iode ; le volume employé correspond à la somme du thiosulfate primitif et de celui qui s'est formé dans l'action du bisulfure sur le sulfite. Ce dernier étant connu, le premier peut être déterminé après avoir déduit du volume total d'iode employé la quantité équivalente au sulfite titré.

Dans la même solution, on peut doser l'acide sulfurique par précipitation au moyen du chlorure de baryum. Mais les résultats obtenus de cette manière sont toujours trop forts, l'acide tétrathionique, formé dans l'oxydation du thiosulfate par l'iode, se décomposant avec production de sulfate, cela aussi bien en solution neutre qu'en solution acide ou alcaline.

Il est préférable de doser le soufre total dans une autre portion, après oxydation par le chlore de tous les acides du soufre contenus dans la solution. En déduisant du soufre total le soufre en SO_2 et en SO déjà déterminé, on obtient le soufre en SO_3 .

Cette méthode, sans être d'une précision absolument rigoureuse, donne des résultats satisfaisants, si l'on opère avec toutes les précautions nécessaires, et doit être préférée à toute autre, lorsqu'on a à doser un mélange de sulfite, de thiosulfate et de sulfate.

La solution de bisulfure de potassium employée dans mes titrations était une solution normale. On la prépare en dissolvant un équivalent de soufre cristallisé, finement pulvérisé, dans une solution fraîchement préparée d'un équivalent de monosulfure de potassium, amenant ensuite au litre. La solution de monosulfure de potassium est, elle-même, préparée de la manière suivante :

Une solution contenant un équivalent de potasse caustique pure est divisée en deux parties exactement égales. On fait passer dans l'une un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à saturation; on chasse ensuite l'excès de ce gaz par ébullition dans le vide. La solution contient alors du sulfhydrate de potassium et, en y ajoutant l'autre moitié de la solution de potasse caustique, on obtient une solution de monosulfure de potassium parfaitement pur.

Le titre exact de la solution de bisulfure de potassium est déterminé au moyen d'une solution de sulfite de potassium ou de sodium, fraîchement préparée et titrée iodométriquement.

La solution de bisulfure de potassium doit être conservée à l'abri de l'air, car elle s'oxyde rapidement avec formation de thiosulfate.

La titration se fait à chaud, à une température voisine de l'ébullition. La fin de la réaction est indiquée par la persistance de la coloration jaune verdâtre du bisulfure en solution très diluée. Un excès d'une goutte de liqueur normale dans 20 à 30 centimètres cubes produit une coloration facilement perceptible, et qui ne disparaît qu'après 4 à 5 minutes d'ébullition. Des précautions spéciales doivent être prises en vue d'éviter l'altération de la solution normale, résultant de la transformation du bisulfure en thiosulfate sous l'action de l'oxygène de l'air. L'espace vide de la burette doit être occupé par une atmosphère exempte d'oxygène, et on peut, dans ce but, relier la burette à un gazomètre contenant de l'azote, ou bien adapter à l'extrémité supérieure de celle-ci un appareil à absorption contenant une solution alcaline de pyrogallol.

Quelles que soient les précautions prises en vue d'éviter l'altération de la solution, il faut, de temps en temps, en vérifier le titre; si celui-ci s'est modifié, la solution peut être employée néanmoins, à la condition que l'on tienne compte dans les titrations de la quantité de thiosulfate produite par l'oxydation du bisulfure.

La vérification de la méthode décrite ci-dessus a été faite au moyen de solutions préparées, contenant un mélange de sulfite, thiosulfate, et sulfate de sodium, en présence d'un excès de carbonate et de bicarbonate de sodium; ces solutions se trouvaient ainsi dans les mêmes conditions que celles provenant de l'autoxydation des thiuréthanes. Les résultats obtenus se rapprochent sensiblement de la théorie :

1^{er} essai. Solution contenant dans 25cm³ :

		Soufre contenu	
Sulfite de sodium	0g,1950	0g,0470	30,1 %
Thiosulfate	0g,1580	0g,0640	41,0 %
Sulfate	0g,2007	0g,0452	28,9 %
Soufre total		0g,1562	100 %

Titration du sulfite.

Bisulfure employé	2cm ³ ,97	2cm ³ ,98
Soufre contenu dans le sulfite	0g,0475	0g,0477
Soufre %	30,3 %	30,4 %
Théorie		30,1 %

Titration du thiosulfate.

Iode $\frac{1}{10}$ N total employé	25cm ³ ,05	25cm ³ ,00
A déduire iode correspondant à S ₂ O ₃ Na ₂ , provenant du sulfite	14cm ³ ,85	14cm ³ ,90
	10cm ³ ,20	10cm ³ ,10

Soufre déduit	0g,0653	0g,0646
Soufre %	41,6 %	41,2 %
Théorie	41,0 %	

Dosage du sulfate.

Soufre total dosé.	0g,1570	0g,1568
Soufre en SO_2 et SO	0g,1128	0g,1123
Soufre en SO_3	0g,0442	0g,0445
Soufre en SO_3 %	28,1 %	28,4 %
Théorie	28,9 %	

2^{me} essai. Solution contenant dans 25^{cm3}:

		Soufre contenu	
Sulfite de sodium	0g,1087	0g,0276	23,9 %
Thiosulfate.	0g,1264	0g,0512	44,1 %
Sulfate	0g,1655	0g,0373	32,0 %
Total		0g,1161	100,0 %

Titration du sulfite.

Bisulfure employé	1 ^{cm3} ,73	1 ^{cm3} ,71
Soufre déduit.	0g,0279	0g,0276
Soufre %	23,8 %	23,5 %
Théorie	23,9 %	

Titration du thiosulfate.

Iode total employé	16 ^{cm3} ,78	16 ^{cm3} ,75
A déduire	8 ^{cm3} ,65	8 ^{cm3} ,55
	8 ^{cm3} ,13	8 ^{cm3} ,20
Soufre déduit.	0g,0520	0g,0525
Soufre %	44,4 %	44,7 %
Théorie	44,1 %	

Dosage du sulfate.

Soufre total dosé . . .	0g,1170	0g,1174
Soufre en SO_2 et SO . . .	0g,0799	0g,0801
Soufre en SO_3 . . .	0g,0371	0g,0373
Soufre en SO_3 % . . .	31,8 %	31,8 %
Théorie		32 %

Dans le but de vérifier les résultats obtenus par titrations successives au moyen du bisulfure et de l'iode, j'ai fait — dans le produit de plusieurs essais — des titrations directes en versant le liquide à titrer dans un excès d'iode $\frac{1}{10}$ N acidifié par l'acide acétique, titrant l'excès d'iode employé au moyen d'une solution de thiosulfate équivalente. Mais, dans chacune de ces titrations, le volume d'iode employé, au lieu de correspondre à la somme des équivalents iodométriques du sulfite et du thiosulfate, était presque égal à celui nécessaire pour oxyder le sulfite seul. Les raisons de cette anomalie seront exposées plus loin.

Autoxydation du diméthylthiocarbamate d'éthyle.

Les essais auxquels j'ai procédé en vue d'établir le mécanisme de l'autoxydation des thiuréthanes bisubstituées, ont porté essentiellement sur le diméthylthiocarbamate d'éthyle. J'ai opéré dans les conditions qui viennent d'être décrites, en présence d'une solution à 20 % de carbonate de sodium cristallisé. Les résultats de 9 essais, faits avec des quantités de substance très variables, sont détaillés dans les deux tableaux ci-après.

TABLEAU I

	1 ^{re} ESSAI	2 ^{me} ESSAI	3 ^{me} ESSAI	4 ^{me} ESSAI	5 ^{me} ESSAI	6 ^{me} ESSAI
Substance employée . . .	2g,872	3g,3515	16g,8946	10g,3000	0g,4248	0g,4223
Oxygène absorbé volume	707cm ³	853cm ³	4320cm ³	2619cm ³	100cm ³ ,5	99cm ³ ,4
Pression barométrique B ⁰	714mm,1	707mm,1	724mm,4	729mm,9	740mm,9	707mm,6
Température	13°	14°8	14°	14°	10°	11°
Oxygène absorbé poids .	0g,892	1g,045	5g,413	3g,308	0g,128	0g,125
Oxygène absorbé p ^r mol.	41g,3	41g,5	42g,6	42g,7	40g,3	39g,4
Soufre en SO ₂	0g,206	0g,224	1g,188	0g,704	0g,0428	0g,0448
Soufre en SO ₃	0g,143	0g,182	0g,898	0g,581	0g,0143	0g,0066
Soufre en SO ₂ et SO ₃ .	0g,349	0g,406	2g,086	1g,285	0g,0571	0g,0514
Soufre en SO	0g,298	0g,345	1g,818	1g,048	0g,0396	0g,0442
Soufre total dosé	0g,647	0g,751	3g,904	2g,333	0g,0867	0g,0956
Soufre dans thiurthane.	0g,691	0g,806	4g,091	2g,476	0g,1037	0g,1016
Soufre oxydé	93,6 %	93,1 %	95,4 %	94,3 %	93,2 %	94 %
Oxygène dans SO ₂ . . .	0g,205	0g,224	1g,188	0g,704	0g,0428	0g,0448
Oxygène dans SO ₃ . . .	0g,215	0g,273	1g,347	0g,873	0g,0214	0g,0099
Oxygène dans SO	0g,149	0g,173	0g,909	0g,524	0g,0198	0g,0221
Oxygène dans uréthane .	0g,324	0g,375	1g,952	1g,167	0g,0484	0g,0478
Oxygène retrouvé	0g,893	1g,045	5g,396	3g,208	0g,1324	0g,1246
Oxygène mesuré	0g,892	1g,045	5g,413	3g,308	0g,128	0g,125
Oxygène retrouvé ^u / ₁₀ . .	100,2 %	100,0 %	99,7 %	98,9 %	103,4 %	99,7 %

TABLEAU II

	7 ^{me} ESSAI	8 ^{me} ESSAI	9 ^{me} ESSAI
Substance employée . .	0g,3717	0g,3552	2g,0383
Température	10°,5	11°	7°,5
Soufre en SO ₂	0g,0216 30,4 %	0g,0221 31,9 %	0g,131 38,3 %
Soufre en SO ₃	0g,0106 15,0 %	0g,0094 13,6 %	0g,103 29,9 %
<i>Soufre en SO₂ et SO₃</i> .	0g,0322 45,4 %	0g,0315 45,5 %	0g,234 68,2 %
<i>Soufre en SO</i>	0g,0387 54,6 %	0g,0378 54,5 %	0g,109 31,8 %
Soufre total dosé	0g,0709 100,0 %	0g,0693 100,0 %	0g,343 100,0 %
Soufre dans thiuréthane.	0g,0895	0g,0855	0g,489
Soufre oxydé %	78,1 %	81,3 %	70 %

Les chiffres soulignés représentent les quantités de soufre dosé dans le produit d'oxydation à l'état de thiosulfate, de sulfite et de sulfate. Pour plus de clarté et de simplicité, j'ai représenté, dans les deux tableaux, chacun de ces trois acides par la formule la plus simple de son anhydride existant ou non.

Les quantités de ces oxydes de soufre, produites dans les différents essais, ne sont pas entre elles dans des rapports simples, ni même constants. Il n'est pas possible, en conséquence, d'en déduire immédiatement le mécanisme de l'autoxydation des thiuréthanes.

La présence simultanée d'acide sulfureux et de son produit d'autoxydation, l'acide sulfurique, montre que le processus est complexe et s'effectue en plusieurs phases.

Les chiffres exprimant les proportions de soufre oxydé en SO₂ et en SO₃ doivent être considérés dans leur somme, et non pas séparément, cela pour les raisons suivantes :

1. Le sulfite de sodium — forme sous laquelle le SO_2 se trouve dans la solution — est autoxydable en sulfate.

2. Les rapports entre les quantités formées de SO_2 et de SO_3 varient considérablement d'un essai à l'autre, suivant que l'opération a été arrêtée avant ou après la cessation complète des fumées et de l'absorption d'oxygène. Ainsi, les essais 5 et 6, interrompus alors que l'absorption n'était pas terminée, n'accusent que 6, 9 et 14 % de soufre oxydé en SO_3 , tandis que dans le produit des essais 4 et 9, poursuivis jusqu'à cessation de toute manifestation d'autoxydation, il a été dosé 24,8 et 29,9 % de soufre à l'état de sulfate.

Mais les rapports entre les quantités de soufre oxydé en SO d'une part, et en SO_2 et SO_3 d'autre part, ne sont eux-mêmes ni simples ni constants. La proportion de soufre en SO , à peu près constante dans les essais 1 à 3 (46 %), tombe à 31,8 % dans l'essai 9 et dépasse 54 % dans les essais 7 et 8. Ces variations importantes sont en rapport avec les changements apportés dans les conditions d'expérimentation; en particulier quant à la violence de l'agitation.

Les essais 1 à 3, conduits dans des conditions semblables de température, d'énergie dans l'agitation et de durée, ont donné des résultats à peu près identiques. L'essai 4 a exigé plus de temps que les précédents; la solution de carbonate sodique occupant presque tout le volume du flacon où s'est effectuée l'oxydation, l'espace réservé à l'oxygène était très restreint, et le contact entre les vapeurs oxydées et la solution alcaline moins étendu que dans les autres

essais. L'abaissement de la proportion de soufre oxydé en SO pouvait être attribué à ce fait. Les essais 5 et 6 ont été effectués pour déterminer l'influence de l'extension du contact sur la production de thiosulfate. Dans le premier, l'agitation a été très modérée, dans le second aussi énergique que possible. La proportion de soufre oxydé en SO est tombée à 40,9 % dans l'essai à agitation modérée, tandis que dans l'autre elle s'est maintenue aux 46 % des premiers essais.

Les essais 7 et 8 ont été conduits dans des conditions particulièrement favorables à une augmentation du rendement en SO. Dans ces essais l'oxygène était dirigé, dans la solution sodique agitée avec la thiuréthane, à travers un tube poreux emprunté à une lampe de Beckmann. L'influence de l'amélioration du contact s'est aussitôt manifestée par une augmentation de la proportion de soufre oxydé en SO, dépassant 54 % du soufre total dosé.

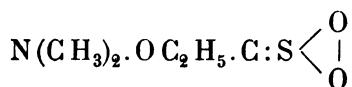
L'essai 9, qui a donné le plus faible rendement en SO : 31,8 %, est aussi celui où le contact entre la solution sodique et les vapeurs de la thiuréthane était le moins intime. La machine à secouer, employée dans tous les essais antérieurs, avait été remplacée par un agitateur rotatif à ailettes plongeant dans la solution. Le contact était ainsi limité à la surface constamment renouvelée du liquide ; conséquence : diminution considérable de la proportion de soufre oxydé en SO.

Le tableau suivant, résumant les résultats des 9 essais, montre clairement le parallélisme qui existe entre l'augmentation de la proportion de soufre oxydé en SO, et l'amélioration du contact entre les vapeurs oxydées et la solution sodique.

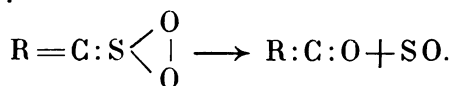
Essais	Substance employée	Soufre en SO ₂ et SO		Durée	OBSERVATIONS
		g	%		
9	2,0	68,2	31,8	16 —	Très longue durée. Agitation intérieure. Contact limité à la surface.
5	0,4	59,1	40,9	1 30	Machine à secouer; mouvement aussi lent que possible.
4	10,3	55,2	44,8	30 —	Espace réservé à l'oxygène très exigü; longue durée.
2	3,4	54,1	45,9	3 20	
1	2,8	54,0	46,0	2 —	Machine à secouer.
6	0,4	53,8	46,2	— 30	Agitation rapide.
3	16,9	53,4	46,6	10 —	
8	0,36	45,5	54,5	1 25	Agitation rapide.
7	0,37	45,4	54,6	1 15	Tube poreux.

La proportion de soufre oxydé en SO augmente régulièrement à mesure que le contact devient plus intime; on doit en conclure que l'anhydride SO est bien le produit véritable de l'autoxydation des thiurés. Tout porte à croire que, si le contact était absolument parfait, la totalité du soufre se retrouverait dans le produit d'oxydation à l'état de thiosulfate.

La formation de l'oxyde SO trouve une explication facile, si l'on admet la production en première phase du peroxyde



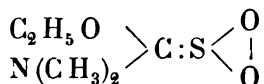
lequel, à peine formé se décompose en SO et en uréthane :



De l'oxyde SO, une partie est fixée par la solution alcaline au moment de sa formation, et donne nais-

sance au thiosulfate, tandis qu'une autre partie subit une oxydation plus ou moins avancée, et se convertit en SO_2 et SO_3 .

Le peroxyde



n'a pas pu être isolé; l'essai 9 avait été entrepris dans ce but. L'opération a été commencée à basse température. Le flacon où s'accomplissait l'autoxydation a été maintenu d'abord à la température d'un mélange réfrigérant glace et sel: aucune absorption d'oxygène ne s'est produite. La température a été élevée peu à peu, et ce n'est que vers $+5^\circ$ que l'autoxydation a commencé à se manifester par ses fumées. L'opération, poursuivie à $70,5^\circ$ a été particulièrement lente et a donné les résultats mentionnés plus haut.

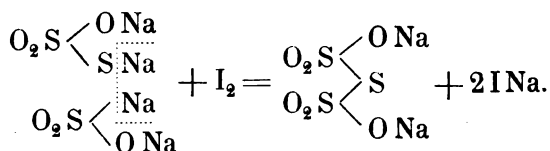
Pour rendre parfait le contact entre les produits d'oxydation de la thiuréthane et l'alcali destiné à les fixer, et arriver ainsi à transformer tout le soufre en SO , des essais ont été faits en faisant agir de l'oxygène dissous dans l'eau sous une pression de 5 à 10 atmosphères. L'opération se faisait dans un siphon. La solution sodique contenue dans le siphon maintenait en dissolution une quantité d'oxygène suffisante pour oxyder toute la thiuréthane employée (0g,3 - 0g,4). Les résultats de ces essais ont été à peu près nuls, et les quelques fractions de centimètres cubes de bisulfure de potassium et d'iode absorbés par le produit obtenu ne représentaient que $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{10}$ de ce qui eût été nécessaire si l'oxydation avait été complète.

On remarquera que dans tous les essais, la quantité de soufre total dosé est inférieure de quelques unités

pour cent au poids de soufre contenu dans la thiuréthane. Ce déficit, qui s'élève à 5% environ, provient essentiellement de ce fait que l'autoxydation cesse, ou, du moins, se ralentit considérablement avant que la totalité de la thiuréthane soit oxydée. Il reste toujours une quantité de thiuréthane inoxydée d'autant plus grande que la solution de carbonate sodique est plus concentrée. Dans ce cas, l'uréthane formée flotte au-dessus de la solution aqueuse et maintient en dissolution les dernières parties de thiuréthane. Celle-ci, à un certain degré de dilution, n'est plus atteinte par l'oxygène. C'est sans doute pour la même raison que les essais faits en solution alcoolique accusaient une absorption d'oxygène d'autant plus faible que la proportion d'alcool est plus forte. Dans un essai fait à partir de 0,5 de thiuréthane, en présence de 25 g. de carbonate de sodium cristallisé dissous dans 100 centimètres cubes d'eau à 10% d'alcool, l'absorption n'a été que de 20,9 d'oxygène par molécule, soit la moitié seulement de la quantité absorbée dans la plupart des autres essais. Le soufre total dosé représentait le 48% du soufre contenu dans la thiuréthane, et le soufre en SO constituait le 50% du soufre total dosé. D'autres essais faits en présence d'une solution plus riche en alcool, 20%, n'ont accusé aucune absorption d'oxygène. Il en est de même des essais faits en employant l'ammoniaque comme base, tant en solution aqueuse qu'en solution alcoolique.

A côté des titrations successives par le bisulfure de potassium normal et par l'iode $\frac{1}{10}$ N, j'ai fait dans le produit de plusieurs essais des titrations directes par l'iode. Je pensais pouvoir ainsi contrôler les résultats

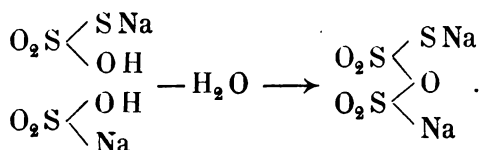
obtenus par les titrations successives, l'iode absorbé indiquant la somme des équivalents du sulfite et du thiosulfate. Tel ne fut pas le cas : au lieu du nombre de centimètres cubes correspondant à la somme, j'ai toujours employé une quantité d'iode presque égale à celle nécessaire à l'oxydation du sulfite seul. Ce résultat pouvait s'expliquer par une oxydation du mélange de thiosulfate et de sulfite avec formation de trithionate, suivant l'équation :



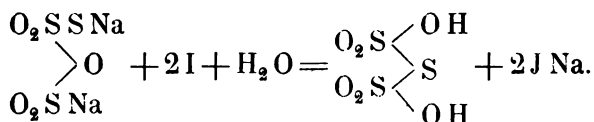
M. Spring indique cette action de l'iode sur un mélange équimoléculaire de sulfite et de thiosulfate de sodium, comme mode de formation du trithionate. Mais un mélange que j'ai préparé, contenant exactement les mêmes proportions de sulfite et de thiosulfate, et le même excès de carbonate sodique que le produit d'oxydation de la thiuréthane a absorbé, jusqu'à coloration, une quantité d'iode correspondant à la *somme* des équivalents iodométriques du sulfite et du thiosulfate. Il résulte, du reste, d'une correspondance échangée entre M. Billeter et M. Spring que c'est par erreur qu'il a été parlé de la formation de trithionate de *sodium* dans l'action de l'iode sur un mélange de sulfite et de thiosulfate. Cette action ne se produit — en solution concentrée seulement — que pour le mélange des sels de *potassium*.

Le produit de l'autoxydation de la thiuréthane contenait donc — outre le sulfate de sodium — autre

chose qu'un simple mélange de sulfite et de thiosulfate de sodium. Les anomalies constatées dans les titrations iodométriques peuvent trouver une explication rationnelle, en supposant l'existence dans la solution d'un sel mixte de l'acide sulfureux et de l'acide thiosulfurique; ce sel mixte résulterait de l'union d'une molécule de sulfite acide et d'une molécule de thiosulfate acide, avec élimination d'eau :

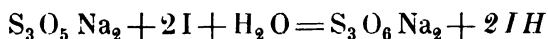


Ce sel anhydride, que nous appellerons *sulfithiosulfate*, s'oxyderait par l'iode en s'hydratant avec formation d'acide trithionique :

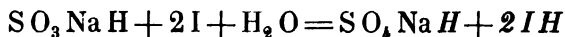


Cette hypothèse peut être vérifiée par la détermination de l'acidité formée dans l'oxydation par l'iode.

Supposons que la solution résultant d'un essai d'autoxydation contienne tout son thiosulfate à l'état de sulfithiosulfate; dans la solution neutralisée en présence du méthylorange l'excès de sulfite se trouvera à l'état de sulfite acide. L'oxydation par l'iode d'une telle solution déterminerait la formation de deux équivalents acides pour une molécule de sulfithiosulfate :



et pour le sulfite acide de sodium :



trois équivalents par molécule.

J'ai déterminé l'acidité formée dans l'oxydation par l'iode du produit d'un essai dont les titrations par le bisulfure et l'iode avaient indiqué la présence dans 20 centimètres cubes de :

1,39 molécule mgr. de sulfite total.

1,31 molécule mgr. de thiosulfate.

L'excès de sulfite était donc de $1,39 - 1,31 = 0,08$ molécule mgr., les 1,31 mol. mgr. de thiosulfate se trouvant unis sous la forme de sulfithiosulfate à la quantité équimoléculaire de sulfite.

L'acidité produite par l'oxydation au moyen de l'iode de 20^{cm}³ de la solution neutre au méthylorange doit être, si notre hypothèse est juste :

Sulfite acide : $3 \times 0,08 = 0,24$ équiv. mgr.

Sulfithiosulfate : $2 \times 1,31 = 2,62$ » »

Total 2,86 » »

La titration par la potasse normale a nécessité 3,15^{cm}³ jusqu'à neutralisation.

Le produit d'un autre essai a été l'objet de la même détermination. Les titrations par le bisulfure et par l'iode avaient indiqué, dans 20 centimètres cubes de solution, la présence de :

1,335 mol. mgr. de sulfite.

0,745 » » » thiosulfate.

L'excès de sulfite était donc de $1,335 - 0,745 = 0,590$ mol. mgr., tout le reste du sulfite étant uni à 0,745

mol. mgr. de thiosulfate sous la forme de sulfithiosulfate.

L'acidité résultant de l'oxydation par l'iode doit être, en vertu de notre hypothèse :

pour le sulfite acide :	$0,59 \times 3 = 1,77$	équiv. mgr.
pour le sulfithiosulfate :	$0,745 \times 2 = 1,49$	» »
soit au total	<u>3,26</u>	équiv. mgr.

Le volume de potasse normale employé à la neutralisation a été de 3,12 centimètres cubes.

Les résultats obtenus s'accordent avec l'hypothèse de l'existence de sulfithiosulfate dans la solution alcaline contenant les produits d'autoxydation des thiuréthanes.

Au contraire ils sont en parfait désaccord avec l'hypothèse déjà rejetée de la formation de trithionate par oxydation, au moyen de l'iode, d'un mélange équimoléculaire de sulfite et de thiosulfate de sodium.

Si tel était le cas, tout le sulfite se trouverait dans la solution neutre au méthylorange, sous la forme de sulfite acide, et l'acidité formée sous l'action oxydante de l'iode serait égale à un équivalent pour un mélange d'une molécule de sulfite et une molécule de thiosulfate, plus trois équivalents par molécule de sulfite en excès.

Suivant cette supposition, l'acidité aurait dû être égale à 1,55 équivalent au lieu de 3,15 titrés dans le premier essai, et de 2,51 équivalents mgr. au lieu de 3,12 titrés dans le second. Cette hypothèse n'est donc pas admissible.

Autoxydation du diméthylthiocarbamate de méthyle.

Un essai de combustion lente de ce corps, effectué dans les mêmes conditions que précédemment, a donné les résultats suivants :

Substance employée . . .	2g,0437	
Oxygène absorbé, volume. . .	541cm ³	
Pression barométrique 0 ^o . . .	718mm,4	
Température	13 ^o ,—	
Oxygène absorbé, poids . . .	0g,675	
Oxygène absorbé par mol. . .	39g,4	
Soufre en SO ₂	0g,174	35,2 %
Soufre en SO ₃	0g,086	17,5 %
Soufre en SO ₂ et SO ₃	0g,250	52,7 %
Soufre en SO	0g,234	47,3 %
Soufre total dosé	0g,494	100,0 %
Soufre dans thiuréthane . . .	0g,566	
Soufre oxydé	87,3 %	

La proportion de soufre oxydé en SO est très rapprochée de celle obtenue dans les essais faits avec la thiuréthane éthylique. L'autoxydation du diméthylthiocarbamate de méthyle s'effectue donc dans les mêmes conditions que celle du précédent.

Autoxydation du diméthylthiocarbamate de propyle.

Deux essais ont été faits avec ce corps. L'un à la température ambiante, l'autre, en chauffant le flacon soumis à l'agitation au moyen d'un serpentín de caoutchouc traversé par un courant de vapeur d'eau ;

la température, à l'intérieur du flacon était de 75 à 80°. Les résultats obtenus dans les deux essais sont les suivants :

	I	II
Substance employée. . .	15,7142	29,1372
Oxygène absorbé,		
volume	130cm ³	—
Pression barométrique	726mm,2	—
Température.	12°,5	75°-80°
Oxygène absorbé, poids	09,165	—
Oxygène absorbé par		
mol.	149,15	—
Soufre en SO ₂	09,0466 39,5 %	09,0560 23,8 %
Soufre en SO ₃	09,0212 18,0 %	09,0698 29,7 %
Soufre en SO ₂ et SO ₃	09,0678 57,5 %	09,1258 53,5 %
Soufre en SO	09,0502 42,5 %	09,1094 46,5 %
Soufre total dosé.	09,1180 100,0 %	09,2352 100,0 %
Soufre dans thiur-		
réthane	09,373	09,479
Soufre oxydé %	31,7 %	49,1 %

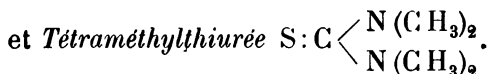
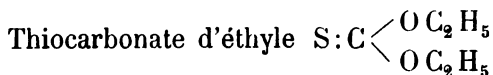
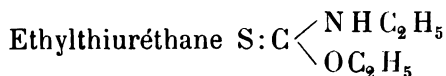
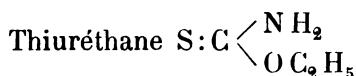
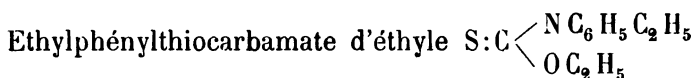
Ces résultats confirment les conclusions tirées des essais faits au moyen du dérivé éthylique. Dans l'essai 1 fait à la température ambiante, l'opération a été très lente et les résultats se rapprochent de ceux obtenus dans l'essai 5, tableau I, conduit intentionnellement avec une lenteur extrême. Dans l'essai fait à chaud, le soufre oxydé en SO s'élève à 46,5 %, chiffre très rapproché de ceux des essais 1 à 4, tableau I. Le caractère d'autoxydabilité du diméthylthiocarbamate de propyle est déjà beaucoup moins accentué que celui des précédents. Le processus est beaucoup plus lent, et s'arrête longtemps avant que toute la thiuré-

thane ait été oxydée; dans l'essai fait à chaud, la moitié seulement du soufre de la thiuréthane a été retrouvée dans le produit d'autoxydation; dans l'essai fait à froid, cette quantité n'atteint pas même le tiers.

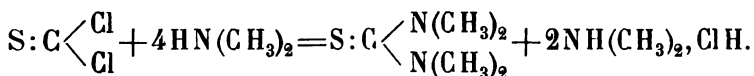
Essais d'autoxydation de composés analogues aux thiuréthanes bisubstitués.

Dérivés des acides thiocarboniques.

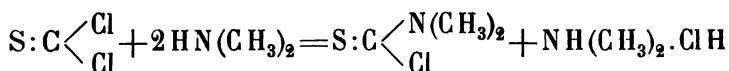
J'ai examiné, au point de vue de leur autoxydabilité, une série de composés analogues aux thiuréthanes aliphatiques bisubstitués. Les essais ont été faits dans les mêmes conditions que précédemment. Dans aucun cas il ne s'est produit la moindre absorption d'oxygène. Aucun des corps examinés ne possédait la propriété de fumer dans ce gaz. Les essais ont été faits avec les corps suivants :



Ce dernier corps, qui n'est pas encore décrit, a été préparé en faisant agir en solution étherée quatre molécules de diméthylamine sur une molécule de thiophosgène :



Cette réaction s'effectue en deux phases. La première :



se produit immédiatement à froid et absorbe la moitié de l'amine. Le chlorure thiocarbamique formé, agissant en seconde phase sur le reste de l'amine, se transforme au bout de deux à trois jours en thiurée quaternaire.

La tétraméthylthiurée se présente sous la forme de jolis cristaux incolores, fondant à 73°,8, solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool et peu solubles dans l'éther.

Dosage du soufre d'après Carius.

	^a	^b
Substance employée .	0g,2773	0g,2020
Sulfate de baryum .	0g,4779	0g,3523
Soufre correspondant	0g,0656	0g,0484
Soufre déduit . . .	23,64 %	23,94 %
Théorie	23.88 %	

Séance du 27 novembre 1903

SUR LA RÉVERSIBILITÉ

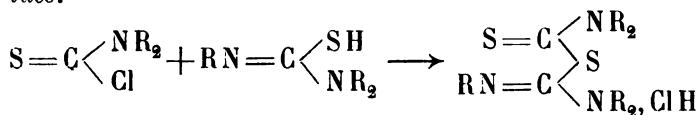
DE LA

TRANSFORMATION DES PSEUDODITHIOBIURETS PENTASUBSTITUÉS

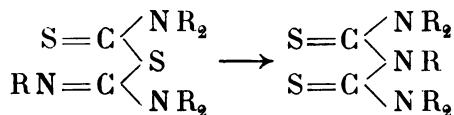
EN DITHIOBIURETS NORMAUX

PAR H. RIVIER, PROFESSEUR

On sait que les chlorures thiocarbamiques bisubstitués s'additionnent à froid aux thiurées tertiaires pour produire les chlorhydrates de bases auxquelles M. Biller a donné le nom de *pseudodithiobiurets pentasubstitués*.



Mises en liberté, ces bases se transforment par la chaleur en leurs isomères, les *dithiobiurets pentasubstitués normaux*¹



Il a été constaté, quelques années plus tard, que plusieurs de ces dithiobiurets normaux, traités en

¹ Ber. d. d. ch. G. XXVI, 1684. Bull. de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel, XXI, 153; XXII, 209-253.

solution par un courant d'acide chlorhydrique, subissent la transformation inverse et reproduisent les chlorhydrates du ou des pseudodithiobiurets correspondants¹. M. Maret² a étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur différents dithiobiurets de constitution normale et a remarqué que si dans un de ces corps l'atome d'azote lié aux deux atomes de carbone porte le radical C_6H_5 , cette transformation dans le ou les isomères pseudo est quantitative, tandis que s'il porte le radical C_2H_5 il n'y a pas transformation, mais décomposition de la molécule.

Il est à prévoir que le premier cas se produira toutes les fois que dans un de ces dithiobiurets l'atome d'azote en question porte un radical arylique, tandis que, lorsqu'il porte un groupe alcoylique, cette transformation n'aura pas lieu et sera remplacée par une décomposition.

Pour vérifier cette manière de voir, j'ai étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur quelques dithiobiurets possédant, liés à cet atome d'azote, l'un des radicaux benzyle, α -naphtyle et β -naphtyle.

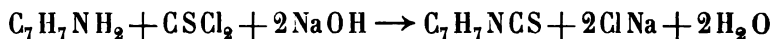
Chlorures thiocarbamiques. — Les chlorures thiocarbamiques bisubstitués les plus accessibles étant les chlorures méthyl- et éthylphénylthiocarbamiques, je n'ai employé que ceux-là, dont le mode de préparation est décrit à plusieurs reprises dans les publications sus-mentionnées.

Sénévols. — J'ai préparé le *benzylsénévol* en ajoutant à du thiophosgène (1 mol.) dilué avec quatre à cinq fois son poids de chloroforme, une solution aqueuse de

¹ *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, XXVII, 174.

² *Ibid.*, XXIX, 75-106.

benzylamine (1 mol.), opération pendant laquelle on refroidit en introduisant de temps en temps des morceaux de glace. Puis on ajoute peu à peu, avec les mêmes précautions, une solution de soude caustique (2 mol.).



Le benzylsénévol, qui se trouve dans la solution chloroformique, est purifié par distillation dans le vide. Il bout à 119° sous une pression de 9mm, et à 125-126° ss. 12mm.

L' α - et le β -naphtylsénévol se préparent, en solution étherée, par l'action d'une mol. de thiophosgène sur 3 mol. d' α - ou de β -naphtylamine. Le chlorhydrate de l'amine se précipite :



La solution étherée, après filtration, est concentrée et le sénévol purifié par cristallisation.

Thiurées. — J'ai préparé plusieurs thiurées tertiaires, dont quelques-unes nouvelles. Ce sont :

La méthylphénylbenzylthiurée $\text{CSNC}_6\text{H}_5\text{CH}_3\text{NHC}_7\text{H}_7$ et l'éthylphénylbenzylthiurée $\text{CSNC}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5\text{NHC}_7\text{H}_7$ produites par l'action du benzylsénévol sur la méthyl- et sur l'éthylaniline. Elles ont déjà été décrites par M. Dixon¹.

La méthylphényl- α -naphtylthiurée $\text{CSNC}_6\text{H}_5\text{CH}_3\text{NHC}_{10}\text{H}_7\alpha$ se forme par l'action de l' α -naphtylsénévol sur la méthylaniline. Cristaux incolores, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 135°,5-136°.

¹ *Journal of the chem. Society* 59, 563.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	0g,2572
Sulfate de baryum obtenu	0g,2077
Soufre déduit	11,09 %
Calculé pour $C_{48}H_{16}N_2S$	10,96 %

La *méthylphényl-β-naphtylthiurée* $CSNC_6H_5CH_3NHC_{10}H_7\beta$, par l'action du β-naphtylsénévol sur la méthylaniline. Gebhardt¹ la décrit comme *jaune* et fondant à 127°. Suffisamment purifiée, je l'ai obtenue sous forme de cristaux *incolores*, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 124°,5-125°.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée.	0g,2426
Sulfate de baryum obtenu	0g,1949
Soufre déduit	11,04 %
Calculé pour $C_{48}H_{16}N_2S$	10,96 %

L'*éthylphényl-α-naphtylthiurée* $CSNC_6H_5C_2H_5NHC_{10}H_7\alpha$, par l'action de l'α-naphtylsénévol sur l'éthylaniline. Plaques incolores, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 129°-129°,5.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	a) 0g,2491	b) 0g,3004
Sulfate de baryum obtenu	0g,1906	0g,2305
Soufre déduit	10,48 %	10,54 %
Calculé pour $C_{49}H_{18}N_2S$	10,47 %	

L'*éthylphényl-β-naphtylthiurée* $CSNC_6H_5C_2H_5NHC_{10}H_7\beta$, par l'action du β-naphtylsénévol sur l'éthylaniline.

¹ Ber. XVII, 2091.

Plaques incolores, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 128°, 5-129°.

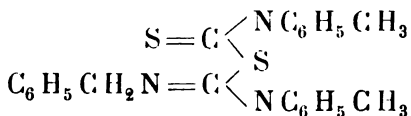
Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée . . .	a) 0g,2526	b) 0g,2229
Sulfate de baryum obtenu	0g,1936	0g,1708
Soufre déduit	10,53 %	10,52 %
Calculé pour C ₁₉ H ₁₈ N ₂ S	10,47 %	

**Pseudodithiobiurets et dithiobiurets
pentasubstitués.**

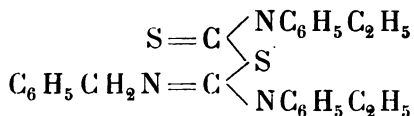
La préparation de ces corps est décrite en détail dans les publications citées ci-dessus. Rappelons seulement qu'en laissant agir à froid, pendant quelques jours, en solution chloroformique concentrée, un chlorure thiocarbamique (1 mol.) et une thiurée tertiaire (1 mol.), on obtient une solution sirupeuse d'un chlorhydrate de pseudodithiobiuret; il est facile de l'en séparer en la broyant avec de l'éther. Ces chlorhydrates sont des poudres cristallines, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. En faisant agir sur eux une base, on obtient les pseudodithiobiurets, corps de nature basique, qu'une ébullition plus ou moins prolongée de leur solution alcoolique transforme en dithiobiurets normaux. Ces derniers sont des corps neutres, plus colorés que leurs isomères pseudo.

Diméthyl-diphénylbenzylpseudodithiobiuret.



Son chlorhydrate, qui est une poudre blanche cristalline, s'obtient par addition du chlorure méthylphénylthiocarbamique à la méthylphénylbenzylthiurée. Pour obtenir la base libre, j'ai dissous le chlorhydrate dans l'alcool, dans un entonnoir à robinet, puis ajouté une solution aqueuse très diluée de carbonate de sodium jusqu'à réaction alcaline. En extrayant par l'éther, la base passe en solution étherée, d'où on la retire par évaporation dans le vide. Je n'ai pas réussi à obtenir ce pseudodithiobiuret cristallisé, mais seulement sous forme d'une masse résineuse, amorphe, jaunâtre, insoluble dans l'eau et facilement soluble dans l'alcool. Vu l'impossibilité de le purifier par cristallisation, je n'en ai pas fait d'analyses.

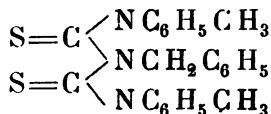
Diéthyl-diphénylbenzylpseudodithiobiuret.



Son chlorhydrate, absolument semblable au précédent, s'obtient de la même manière par addition du chlorure éthylphénylthiocarbamique à l'éthylphénylbenzylthiurée. La base, mise en liberté de la même manière que le pseudodithiobiuret précédent, se présente aussi sous forme d'une masse résineuse amorphe, jaunâtre, insoluble dans l'eau et facilement soluble dans l'alcool.

Quelques minutes d'ébullition de la solution alcoolique de ces deux pseudodithiobiurets suffisent pour les transformer complètement dans les deux dithiobiurets normaux correspondants.

Diméthylidiphénylbenzylidithiobiuret.



Petites plaques jaunes, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 124°, 8-125°.

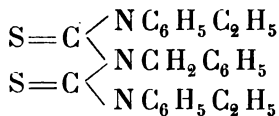
Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée . . .	a) 0g,2222	b) 0g,2455
Sulfate de baryum obtenu	0g,2570	0g,2843
Soufre déduit	15,88 %	15,91 %
Calculé pour C ₂₃ H ₂₃ N ₃ S ₂	15,78 %	

En faisant passer dans la solution de ce corps dans le chloroforme un courant d'acide chlorhydrique, il ne se forme pas de chlorhydrate de l'isomère pseudo, mais il s'opère une décomposition qui n'a pas pu être absolument éclaircie.

Parmi ses produits, on trouve du chlorhydrate de méthylaniline en quantité correspondant environ à une molécule pour une de biuret. A côté de cela il se forme une masse sirupeuse jaune, sentant un peu le benzylsénévol, mais dont je n'ai pu, faute d'une quantité suffisante de substance, retirer aucun corps bien défini.

Diéthylidiphénylbenzylidithiobiuret.



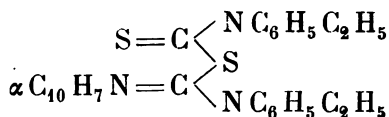
Aiguilles jaunes, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 129^o,5-130^o.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	0g,2620
Sulfate de baryum obtenu	0g,2835
Soufre déduit	14,86 %
Calculé pour C ₂₅ H ₂₇ N ₃ S ₂	14,79 %

En faisant passer dans la solution de ce corps dans le chloroforme un courant d'acide chlorhydrique, il s'opère aussi une décomposition dont les produits sont du chlorhydrate d'éthylaniline (env. 1 mol.), et une masse jaune sirupeuse sentant le benzylsénévol et d'où j'ai pu isoler en petite quantité un corps cristallisant en plaques jaunes fondant à 169^o, dont la nature n'a pu être élucidée faute de substance. Deux dosages de soufre m'ont donné comme résultats 11,4 et 11,5 %.

Diéthylldiphényl-α-naphtylpseudodithiobiuret.



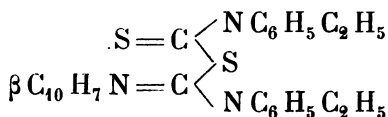
Le chlorhydrate de ce corps se forme, d'après la méthode générale, par addition du chlorure éthylphénylthiocarbamique à l'éthylphényl-α-naphtylthiurée. C'est une poudre cristalline blanche, facilement soluble dans l'alcool. Sa solution dans l'alcool ordinaire se trouble peu à peu par séparation progressive de la base libre.

le-ci est très peu soluble dans l'alcool, et se précipite si l'on ajoute à la solution du chlorhydrate une quantité théorique d'aniline. Cette précipitation est quantitative par l'addition d'un peu d'eau, diminue encore la solubilité. Recristallisé en tant de l'alcool à sa solution chloroformique, ce pseudodithiobiuret se présente sous forme de plaques fines, très peu solubles dans le chloroforme, et fondant à 113°,5-114°.

Dosage du soufre en tube scellé.

Quantité employée	0g,2211
Poids de baryum obtenu.	0g,2163
Soufre déduit	13,44 %
Calculé pour $C_{28}H_{27}N_3S_2$	13,66 %

Diéthyl-diphényl-β-naphtylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate s'obtient dans les mêmes conditions que le précédent, par addition du chlorure d'éthylphénylthiocarbamique à l'éthylphényl-β-naphtylamine. Poudre cristalline blanche, semblable à son isomère α.

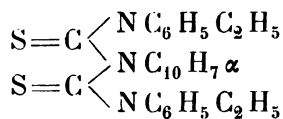
La base libre, isolée de la même manière que son isomère α, lui ressemble en tous points. Plaques fines, fondant à 127°,5-128°.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	0g,2679
Sulfate de baryum obtenu.	0g,2653
Soufre déduit	13,60 %
Calculé pour $C_{28}H_{27}N_3S_2$	13,66 %

Ces deux pseudodithiobiurets sont beaucoup plus stables que tous ceux qui ont été décrits précédemment. On peut les dissoudre dans l'alcool bouillant et les obtenir bien cristallisés par refroidissement de leur solution, sans que cette opération les transforme dans leurs isomères normaux, si l'ébullition n'est pas prolongée. Pour que cette transformation soit complète, il faut maintenir la solution à l'ébullition pendant une à deux heures, tandis que pour les biurets précédents quelques minutes de ce traitement suffisent et que quelques pseudodithiobiurets contenant des groupes aliphatiques sont même difficiles à obtenir vu leur transformation rapide en normaux. Le groupe $C_{10}H_7$ qui se trouve au milieu de la molécule est donc, peut-être par le fait de sa masse, beaucoup moins mobile que les groupes C_7H_7 , C_6H_5 et surtout C_2H_5 .

Diéthylldiphényl- α -naphtyldithiobiuret.



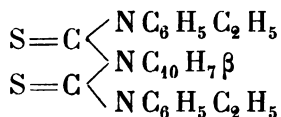
Il s'obtient par ébullition prolongée de la solution alcoolique du pseudodithiobiuret correspondant. Prismes d'un jaune vif, facilement solubles dans l'alcool à chaud, peu à froid, et fondant à 158°-158°,5.

Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	0g,2222
Sulfate de baryum obtenu.	0g,2207
Soufre déduit	13,64 %
Calculé pour $C_{28}H_{27}N_3S_2$	13,66 %

En faisant passer dans la solution de ce corps dans le chloroforme un courant d'acide chlorhydrique, il se transforme *quantitativement* dans le chlorhydrate du diéthylidiphényl- α -naphtylpseudodithiobiuret. Cette transformation a été vérifiée par la détermination du point de fusion de l'isomère pseudo, et par sa retransformation en biuret normal par la chaleur.

Diéthylidiphényl- β -naphtyldithiobiuret.



Il s'obtient dans les mêmes conditions que le précédent, à partir du pseudodithiobiuret correspondant, et possède des propriétés semblables. Cristaux isométriques d'un jaune vif fondant à 130°-130°,5. L'acide chlorhydrique gazeux le transforme quantitativement dans le chlorhydrate du diéthylidiphényl- β -naphtylpseudodithiobiuret.

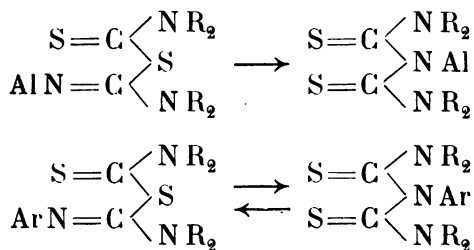
Dosage du soufre en tube scellé.

Matière employée	0g,2429
Sulfate de baryum obtenu.	0g,2409
Soufre déduit	13,62 %
Calculé pour $C_{28}H_{27}N_3S_2$	13,66 %

La conclusion qui me paraît découler de ce travail peut être formulée comme suit :

Les dithiobiurets pentasubstitués dans lesquels l'atome d'azote lié aux deux atomes de carbone porte le radical benzyle ne sont pas transformés par l'acide chlorhydrique en pseudodithiobiurets, mais sont décomposés. Ils se comportent donc comme ceux qui contiennent à cette place le radical éthyle. Il est très probable que ce fait se produira toutes les fois que ce radical est de nature alcoylique. Dans ce cas la transformation d'un pseudodithiobiuret en biuret normal *n'est pas réversible*.

Au contraire les dithiobiurets pentasubstitués dans lesquels l'atome d'azote lié aux deux atomes de carbone porte le radical naphtyle, sont transformés quantitativement par l'acide chlorhydrique dans leurs isomères les pseudodithiobiurets. Ils se comportent donc comme ceux qui contiennent à cette place le radical phényle. Il est très probable que ce fait se produira toutes les fois que ce radical est de nature arylique (ou aromatique). Dans ce cas la transformation d'un pseudodithiobiuret en biuret normal *est réversible*.



LES ORIGINES DE LA THÉORIE DES FRACTIONS CONTINUES

PAR L. ISELY, PROF.

Les exemples ne sont pas rares dans les annales des mathématiques de découvertes attribuées des années, voire des siècles durant, à ceux qui n'en étaient pas réellement les auteurs. Ainsi en a-t-il été des fractions continues. Dans la presque totalité des traités actuels sur cette matière, on affirme couramment que cette élégante théorie est due à lord Brouncker, chancelier d'Angleterre sous Charles II, qui, incité par son ami John Wallis, s'en servit, vers 1665, pour donner à la constante π une forme plus pratique. Tel n'est pourtant point le cas. On en trouve les germes dans deux ouvrages publiés au commencement du XVII^{me} siècle par Cataldi, en Italie, et Schwenter, en Allemagne. On en rencontre même des traces dans les œuvres de certains arithmologues des antiquités grecque et indienne: Pythagore, Euclide, Archimède, Héron d'Alexandrie, Théon de Smyrne, Âpastamba, Baudhâyana, Kâtyâyana, les trois principaux collaborateurs, malheureusement trop peu connus, des Çulvasûtras hindous.

Pythagore et ses disciples avaient, par une démonstration demeurée célèbre, établi définitivement l'incommensurabilité du rapport de la diagonale d'un carré à son côté, et donné, ce faisant, une première figuration graphique du développement de $\sqrt{2}$. Les

géomètres de l'Inde imaginèrent, pour l'extraction des racines carrées en général, un procédé aussi simple qu'ingénieux. Rappelons-le succinctement. Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'évaluer approximativement $\sqrt{2}$. A cet effet, on considère 2 comme le produit des nombres 1 et 2, dont la moyenne arithmétique et la moyenne harmonique sont respectivement $\frac{3}{2}$ et $\frac{4}{3}$, de produit égal à 2. En répétant sur ces deux nombres les mêmes opérations, on obtient $\frac{17}{12}$ et $\frac{24}{17}$, puis $\frac{577}{408}$ et $\frac{816}{577}$, et ainsi de suite. On forme ainsi deux suites infinies de nombres : les moyennes arithmétiques et les moyennes harmoniques. On démontre alors facilement par le calcul ou par une figure géométrique que les premières vont en décroissant, tout en surpassant $\sqrt{2}$; que les secondes vont en croissant sans dépasser $\sqrt{2}$, et que la différence des deux moyennes du même rang décroît avec une très grande rapidité (Lucas).

En réalité, ce procédé revient à calculer les réduites d'ordre pair de la fraction continue périodique $(1, 2, 2, 2, \dots)$, dont les indices vont en progression géométrique, à savoir : $r_2 = \frac{3}{2} = 1,5$; $r_4 = \frac{17}{12} = 1,41666\dots$; $r_8 = \frac{577}{408} = 1,4142157$. Comme on le sait, la valeur approchée de $\sqrt{2}$ est, avec sept décimales, 1,4142136.

C'est aussi en cherchant un moyen expéditif d'extraire la racine carrée d'un nombre, que Pietro Antonio Cataldi parvint à développer celle de 18 en fraction continue, dans son *Trattato del modo brevissimo di trovare la radice quadra delli numeri*, imprimé en 1613. Les notations qu'il y emploie sont, à peu de chose près, celles dont nous faisons encore usage de nos jours, en ligne oblique ou horizontale. Ainsi il écrit tout d'abord :

$$\sqrt{18} = 4 \& \frac{2}{8} \& \frac{2}{8} \& \frac{2}{8} \dots$$

Mais, trouvant sans doute cette disposition en diagonale peu commode pour l'impression, il la remplace tôt après par celle-ci, plus concise et partant plus avantageuse,

$$\sqrt{18} = 4 \& \frac{2}{8.} \& \frac{2}{8.} \& \frac{2}{8.} \& \dots,$$

le point, placé à droite de chaque dénominateur 8, marquant que la fraction suivante fait partie de ce dénominateur même. Cette disposition a été adoptée par les mathématiciens anglais, qui écrivent

$$\sqrt{18} = 4 + \frac{2}{8 +} \frac{2}{8 +} \frac{2}{8 +} \dots$$

Cataldi fait voir, en outre, mais sans démonstration, que deux valeurs consécutives d'une pareille suite comprennent entre elles la racine cherchée. C'est, comme on le sait, une des propriétés essentielles des réduites.

Quelques années plus tard, en 1617, selon les uns, en 1625, selon les autres, Daniel Schwenter, dans sa *Geometria practica nova et aucta*, indiqua un moyen d'exprimer en nombres plus petits les termes de certains rapports. A cet effet, il considère les deux nombres premiers entre eux 177 et 233, et cherche à remplacer leur quotient par des fractions plus simples. Par un procédé qui rappelle étonnamment notre

loi de formation des réduites, il obtient les résultats suivants : $\frac{0}{1}, \frac{1}{1}, \frac{8}{4}, \frac{19}{25}, \frac{79}{104}$. Schwenter mourut en 1636. Cette année même, ses enfants publièrent un recueil de problèmes, sous le titre de *Deliciæ physico-mathematicæ oder Mathematische und philosophische Erquickstunden*, qui est, en langue allemande, le pendant de l'ouvrage classique de Bachet de Méziriac : *Problèmes plaisans et délectables qui se font par les nombres*, dont la première édition date de 1612. La 87^{me} question de la partie I des *Erquickstunden* s'occupe du même rapport $\frac{177}{288}$; mais, parlant de la suite $\frac{79}{104}, \frac{19}{25}, \frac{8}{4}, \frac{1}{1}, \frac{0}{1}$, Schwenter ajoute cette remarque importante : « Je weiter man von dem untersten hinaufsteiget, je mehr es fehlet. Zum Exempel, $\frac{79}{104}$ seynd näher bey $\frac{177}{288}$ als $\frac{19}{25}$, und $\frac{19}{25}$ als $\frac{8}{4}$, und so fortan. » Aujourd'hui nous dirions : De deux réduites consécutives, la plus avancée est celle qui approche le plus de la valeur de la fraction continue. Cette propriété a valu aux réduites le qualificatif de fractions convergentes.

Aux noms de Cataldi et de Schwenter, il convient d'associer celui d'Albert Girard. Né, sur la fin du XVI^e siècle, à Saint-Mihiel, en Lorraine, cet esprit original dut, ensuite de persécutions religieuses, se réfugier en Hollande, où il fit la connaissance du docte ingénieur Simon Stevin de Bruges, le maître et l'ami de Maurice de Nassau. En 1629, Girard publia, à Amsterdam, un ouvrage remarquable : *Invention nouvelle en l'Algèbre*, qui renferme, entre autres, les relations entre les coefficients et les racines d'une équation algébrique. Ce fut le début de l'élégante théorie des fonctions symétriques. Fervent admirateur des œuvres de Stevin, écrites en flamand, il consacra la seconde moitié de sa vie à les collectionner

et à les traduire en français. L'édition, qu'en dépit de la misère, il préparait avec une sollicitude désintéressée, ne put paraître qu'une année environ après sa mort, en 1634, à Leyde, chez Bonaventure et Abraham Elsevier, imprimeurs-ordinaires de l'Université.

Parmi les nombreuses notes d'Albert Girard, juxtaposées au texte de Stevin, celle qui accompagne les six livres d'Algèbre de Diophante, vol. I, mérite une mention toute spéciale. M. Georges Maupin, qui l'a scrutée et analysée jusque dans ses moindres détails, arrive à la conviction que son auteur connaissait les fractions continues et les utilisait à l'occasion. Voici comment il appuie son argumentation :

Le dernier passage de cette note est conçu en ces termes : « Puis que suis entré en la matiere des nombres rationaux, j'adjousteray encor deux ou trois particularitez non encor par cy devant practiquées, comme d'explicquer les radicaux extremement pres, par certains nombres à ce plus aptes et idoines que les autres, tellement que si l'on entreprenoit les mesmes choses par des autres nombres ce ne seroit sans grandement augmenter le nombre des caracteres ; et pour exemple soit proposé d'explicquer par des rationaux la raison des segmens de la ligne coupée en la moyenne et extreme raison, soit faicte une telle progression 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, etc. dont chasque nombre soit égal aux deux precedens, alors deux nombres pris immediatement denotteront la mesme raison, comme 5 à 8 ou 8 à 13, etc. et tant plus grands, tant plus pres....., tellement que 13, 13, 21 constituent assez precisement un triangle Isosceles ayant l'angle du pentagone ; Item pour l'extraction de

la racine quarrée des nombres non quarez, comme la racine de 2 c'est $\frac{577}{408}$, voulez vous plus pres $\frac{1898}{985}$; et ainsi en l'infini comme on pourroit prendre des si grands nombres qu'on voudroit; la racine de 10 est $3\frac{58958}{828776}$, bien pres, car son quarré est $\frac{1}{108098658176}$ trop, qui est une chose de nulle estime, comme d'autre costé en la disme le quarré de 163574218751 ⑦ est tres-pres de 2675652504 ⑧, mais combien s'en faut-il? seulement 1 ⑨, en somme la maniere de remettre en petits nombres une raison explicquée par grands nombres, et ayans tres-pres la mesme vigueur, et sous un mesme genre, comme le 7 à 22 d'Archimedes, et pour ne point passer les limites nous mettrons icy la fin, advertissant le lecteur qu'il ne se mescontente s'il n'a trouvé des fleurs de Retorique en un Jardin là où le champ du discours n'a nullement esté labouré, laissant les mesmes là où on les doit chercher. »

Ce passage n'offre, en effet, rien de littéraire, ni de bien attrayant. Par contre, comme le fait très justement remarquer M. Maupin, il abonde en renseignements précieux sur les fractions continues. En premier, Girard fait usage, pour diviser une droite de longueur donnée en moyenne et extrême raison, de la fameuse suite de Fibonacci (Léonard de Pise), dont il indique la loi de formation des termes, définie par la relation générale $u_{n+1} = u_{n+1} + u_n$. Cette série récurrente l'amène à remplacer le rapport irrationnel du côté du décagone régulier convexe au rayon du cercle circonscrit par des fractions plus simples qui s'en approchent de plus en plus. Or, ces fractions: $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{2}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21}, \dots$, obtenues en formant le rapport de deux termes consécutifs de la suite, sont

précisément les réduites successives de la fraction continue :

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

En botanique, ces mêmes réduites représentent la position la plus commune des feuilles alternes sur la tige.

Comme Cataldi, Girard applique ensuite les fractions continues à l'extraction des racines carrées incommensurables. A celle de 2, dont il a déjà été question, il substitue la huitième réduite $\frac{577}{408}$, puis, désirant avoir une approximation plus grande, la neuvième $\frac{1393}{985}$. Il se montre plus explicite encore en ce qui concerne $\sqrt{10}$. On a :

$$\sqrt{10} = 3 + \frac{1}{6 + \frac{1}{6 + \frac{1}{6 + \dots}}}$$

La huitième réduite est

$$\frac{1039\ 681}{328\ 776} = 3 \frac{53\ 353}{328\ 776}.$$

Etant d'ordre pair, elle est supérieure à $\sqrt{10}$; de plus, l'erreur commise en la prenant comme valeur de cette racine est inférieure à

$$\frac{1}{(328\,776)^2} = \frac{1}{108\,093\,658\,176}.$$

Ces deux assertions, on le voit, sont conformes au texte de la note précitée. Girard connaissait-il le traité de Cataldi, publié quelque vingt ans auparavant? Rien dans ses écrits ne le prouve. Quoi qu'il en soit, si la méthode semble la même, il est parvenu à un degré de précision inconnu de son devancier.

Après avoir, probablement par la voie ordinaire, formé le carré de la fraction $\frac{168574218751}{10^7}$, et être arrivé au résultat juste

$$\frac{26\,756\,525\,040\,000\,000\,000\,001}{10^{14}} = \frac{2675652504}{10} + \frac{1}{10^{14}},$$

Albert Girard, à l'instar de Schwenter, insiste sur la manière « de remettre en petits nombres une raison expliquée par grands nombres, et ayant très près la même vigueur », et prend pour exemple la fraction $\frac{22}{7}$, donnée par Archimède comme limite supérieure du rapport de la circonférence à son diamètre. Or cette valeur est précisément celle de la seconde réduite du développement de π en fraction continue. Il est regrettable que, dans sa hâte d'achever, notre auteur ait omis de citer la valeur plus approchée de beaucoup $\frac{355}{113}$, trouvée au commencement du même siècle par le géomètre hollandais Adrien Anthoniszoon dit Métius.

OUVRAGES CONSULTÉS

M. CANTOR. *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik.*

J. BOYER. *Histoire des Mathématiques.*

FAVARO. *Notizie storiche sulle frazioni continue* dans le *Bulletino Boncompagni*, VII.

GÜNTHER. *Beiträge zur Erfindungsgeschichte der Kettenbrüche.*

LIBRI. *Histoire des Sciences mathématiques en Italie.*

ED. LUCAS. *Théorie des nombres.*

MAX. MARIE. *Histoire des sciences mathématiques et physiques.*

G. MAUPIN. *Opinions et Curiosités touchant la Mathématique*, 2^{me} série.

R. WOLF. *Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur.*

MÉLANGES GÉOLOGIQUES

sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes

PAR LE D^r H. SCHARDT, PROFESSEUR

Cinquième fascicule

(AVEC QUATORZE CLICHÉS ET DEUX PLANCHES)

CONTENANT :

- XXI. Sur divers gisements anormaux du Crétacique.
 - XXII. Observations géologiques sur la Montagne de Diesse.
 - XXIII. Observations géologiques sur les environs de Couvet.
 - XXIV. Découverte d'un chevauchement près de Montezillon.
 - XXV. Origine de la source de l'Areuse.
-

XXI

Sur divers gisements anormaux du Crétacique dans le Jura

Communiqué dans les séances du 8 janvier et du 4 mars 1904.

Depuis la publication de l'étude de M. Baumberger et moi sur les gisements énigmatiques, dites poches hauteriviennes dans le Valangien entre Gléresse et Bienne¹, la question des gisements anormaux a donné

¹ SCHARDT et BAUMBERGER. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, t. XXXI, p. 247-288, 1895, et *Eclogæ geol. helv.*, t. V., p. 159-201.

lieu à plusieurs controverses. Tout d'abord M. le professeur STEINMANN¹ attribue l'introduction des paquets de marne hauterivienne, etc., dans les cavités du Valangien inférieur à l'influence des glaciers. C'est le mouvement des glaciers alpins en écorchant les marnes et calcaires hauteriviens et le Valangien supérieur qui aurait poussé dans les cavités du Valangien inférieur des paquets de ces terrains, grâce à l'énorme pression que devait exercer la masse de glace en mouvement. Il range donc ce phénomène dans la catégorie des refoulements glaciaires (Gletscherstauchungen). L'absence absolue et constante de matériaux erratiques glaciaires dans l'intérieur des dites poches s'oppose de la façon la plus catégorique à l'admission de cette hypothèse. La genèse de la plupart des poches en question (des bords du lac de Bienne) est certainement préglaciaire ; c'est le cas aussi de celle des Fahys à Neuchâtel². Cela ne veut pas dire toutefois que tous les gisements anormaux de cette catégorie doivent être dans le même cas. D'autre part, M. Rollier³ a consacré à cet objet un nouveau chapitre dans son récent II^{me} Supplément à la Description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII de la carte géologique suisse. Il figure plusieurs des gisements que nous avons dessinés en détail. M. Rollier, sans apporter aucun fait décisif pour sa manière de voir et encore moins contre la démonstration que nous avons donnée, M. Baumberger et moi, conclut par l'affirmation sin-

¹ G. STEINMANN. Ueber glaciële Stauchungserscheinungen, etc. Neues-Jakob., 8, Min. Geol. u. Paleont., 1899., t. I., 216-230.

² H. SCHARDT. Une poche hauterivienne dans le Valangien. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVIII, 1899-1900, p. 184-196.

³ L. ROLLIER. II^{me} Supplément, etc. Mat. p. l. carte géol. d. l. Suisse N. S., livr. VIII, 1898, p. 63-72.

gulièrement prolixie que la distribution géographique de ces accidents permet de les rapporter à des intrusions sédimentaires anormales dans des vides préexistants par dissolution de la roche ambiante. L'âge du phénomène remonterait au moins au temps du Sidérolitique. La formation des remplissages de bolus et sables sidérolitiques ne lui semble pas entièrement indépendante de ce phénomène. En dernier lieu, il ajoute que les phénomènes en question sont probablement d'origine commune, quoique indépendants comme âge.

Je ne conçois guère une confusion pareille. Nous sommes loin aujourd'hui des sédimentations de marne hauterivienne « normale » dans des excavations sous-marines creusées au préalable dans le Valangien.

Les faits que nous soutenons se résument comme suit :

L'érosion ayant enlevé le pied des couches du Néocomien ou seulement percé jusqu'au Valangien la partie convexe des plis en genou, si fréquents sur le flanc du Jura, des paquets de terrain, ainsi suspendus en position inclinée, ont glissé dans des excavations formées, soit par l'érosion, soit par l'écartement des bancs, conséquence de la poussée de la masse glissante (poches simples). Le glissement subséquent d'un banc de calcaire valangien par-dessus ces remplissages a pu former couvercle, ce qui explique les poches fermées ou ouvertes par en bas (poches ou enclaves à deux mouvements). Il n'y a certes pas de mécanisme plus simple que celui-ci. Les faits observables le confirment. La poche de Gléresse, celle de la Haslen, celle de Vuntele, qui sont des poches fermées, montrent les deux lèvres des bancs valangiens en contact anormal (le joint du couvercle). La surface de glissement est nette; les brèches sont des

brèches de friction et non des galets charriés par l'eau ! Le seul point sur lequel M. Rollier a quelque raison de faire objection, c'est la pensée que nous avons exprimée en dernier lieu que la formation des poches devait avoir eu lieu pendant le plissement du Jura, soit vers la fin de celui-ci, affirmation relative à l'époque de leur formation, mais qui ne modifie absolument rien aux conclusions précédentes.

L'argument pour cette affirmation était tiré des effets mécaniques, lamination jusqu'à schistosité, stries de glissement, déformation des fossiles, etc., qui s'observent dans les poches et qui attestent de la façon la plus positive une pression énorme. M. Rollier va d'ailleurs bien plus loin puisqu'il recule la formation des poches au moins jusqu'à l'époque de la formation du Sidérolitique, toute la dislocation du Jura leur aurait passé dessus. Eh bien, depuis que j'ai vu dans des éboulements relativement récents se produire les mêmes actions et déformations mécaniques, je reconnais volontiers que cette conclusion, absolument secondaire pour la solution du problème, n'a pas sa raison d'être aussi absolue que nous l'avions formulée. Les poches du bord du lac de Bienne sont certainement préglaciaires et coïncident peut-être « en partie » avec la fin du plissement du Jura. *Les déformations mécaniques qu'on y observe peuvent cependant toutes être le résultat du mécanisme même qui a donné naissance aux poches, c'est-à-dire la conséquence des glissements en masse de paquets de terrain dans le sens de la plus forte pente. Certaines poches peuvent donc être plus récentes, d'autres plus anciennes.*

La conclusion la plus importante qui se dégage encore de ceci, c'est que le phénomène qui a si for-

tement embarrassé les géologues, en faisant naître pas moins de six hypothèses différentes avec diverses variantes, se range dans un groupe naturel de la géologie dynamique, celui des éboulements. Coïncidant ou non avec les phénomènes tectoniques, la formation des poches ou gisements anormaux analogues à ceux du bord du lac de Biemme et des environs de Neuchâtel *sont la conséquence de mouvements produits par l'action de la pesanteur sur des terrains que l'érosion avait amenés dans une situation d'équilibre instable.*

Cette thèse de l'assimilation de ce phénomène aux éboulements et glissements de terrain sera confirmée par les nouveaux exemples que nous allons étudier. Il y a évidemment des gisements anormaux qui sont d'origine tectonique et qu'il faut séparer absolument d'avec ceux qui nous occupent, je veux parler des lambeaux de friction, morceaux arrachés du soubassement ou de la masse en mouvement lors de la formation d'une faille, d'un pli-faille, d'un charriage tectonique ou tout simplement par glissement de deux bancs parallèlement à leur plan de stratification. J'insiste *qu'il faut bien se garder de généraliser trop et de vouloir soutenir que tous les gisements anormaux doivent avoir la même origine et résulter du même mécanisme.* Chaque effet a sa cause et les causes sont multiples. Au chercheur d'en définir le mode d'action, après enquête serrée ! Je crois que sous ce rapport la note de M. Baumberger et moi méritait un examen plus sérieux que la réfutation sommaire de M. Rollier. Elle peut au contraire passer pour un exemple d'investigation objective, sans aucun parti pris.

Dans ce qui suivra nous verrons encore une nouvelle forme de poches en couches presque horizonta-

les, où naturellement le mécanisme spécial qui doit avoir présidé à la formation des gisements au bord du lac de Biemme ne peut pas trouver son application, bien qu'il s'agisse encore d'un phénomène d'éboulement après érosion, ayant créé une situation instable.

Voici donc les nouveaux gisements anormaux de Crétacique dont il s'agit :

A. Poche d'Albien et de Cénomaniens aux Fahys près Neuchâtel

L'établissement de plusieurs voies de garage au N.E. de la gare de Neuchâtel a nécessité l'exploitation du pied N.W. de la colline de pierre jaune de Belle-Roche, prolongement S. de la colline du Mail. On a découvert ainsi, non loin de la route de Bellevaux, un endroit où les couches de pierre jaune, au lieu de plonger vers le lac de 20-30°, comme dans le reste de la colline, s'enfoncent presque verticalement contre la combe hauterivienne. En même temps le terrain est comme fragmenté et en partie schisteux. Il s'agit là évidemment d'un affaissement de la tête des couches, affaissement qui doit s'être produit à une époque fort reculée, car il n'y a aucun mélange de matériaux erratiques dans les débris. Une forte pression doit avoir agi en même temps, ce qui est attesté par les plans de glissement qui parcourent cette masse rocheuse et l'état schisteux des parties marneuses. (Voir fig. 1.) Il y a de même à l'autre extrémité de la tranchée, près du patinage, une masse de pierre jaune plongeant de 45° vers la combe hauterivienne, donc en sens inverse du plongement normal des bancs. C'est encore un phénomène d'affaissement de la tête des couches par suite d'érosion de leur pied.

C'est presque exactement entre ces deux points que se trouve au milieu de la pierre jaune de Neuchâtel une excavation large de 2^m,5-3^m,5 environ, remplie d'une argile plastique rouge ou brunâtre, ayant absolument l'aspect de l'Albien moyen, tel qu'il se rencontre normalement dans le Jura. L'excavation en forme de cheminée verticale est plus large en bas qu'en haut et paraît avoir été creusée par l'érosion

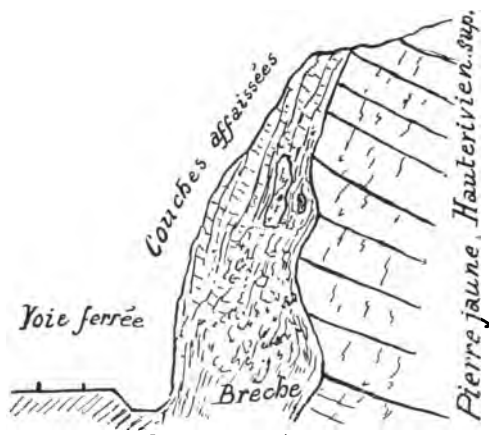


Fig. 1. Couches du Hauterivien affaissées aux Fahys sur Neuchâtel.

dans la pierre jaune. Elle a bien la forme d'une cheminée, car, à environ 5 m. au-dessus de la voie ferrée, la pierre jaune interrompue par la présence du remplissage dans la partie inférieure vient former la paroi postérieure du creux.

C'est de ce gisement que parle M. ROLLIER¹ dans une note ajoutée pendant l'impression, en annonçant

¹ L. ROLLIER. Une nouvelle poche fossilifère. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, XXIX, 1900-1901, p. 59; note infrapaginale.

pante; mais ici l'action de l'eau a été manifestement beaucoup plus intense. L'argile n'est plus reconnaissable comme un sédiment d'argile albienne normale, mais elle est rouge foncé ou brune et contient dans toutes ses parties des débris de roches valangiennes et des fossiles hauteriviens. Elle a donc été remaniée complètement.

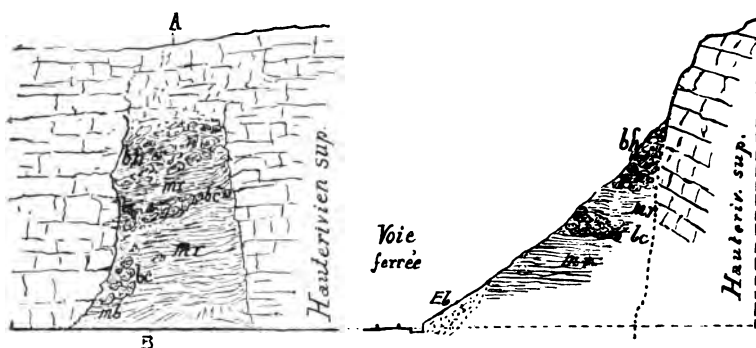


Fig. 2a. Poche de marne albienne avec galets de cénomaniens aux Fahys, près Neuchâtel.

Fig. 2b. La même, coupe suivant A B.

LÉGENDE:

mr. Marne argileuse rouge ou brune (Albien); bc. Blocage de calcaire rotomagnien; bh. Blocage de calcaire hauterivien supérieur; Mb. Marne argileuse bleu-verdâtre; Eb. Débris éboulés.

Tout autre est le résultat de la comparaison avec le gisement de Gibraltar¹, qui est du *sidérolitique nettement stratifié sur place, dans son gisement même* et qui ne résulte aucunement de matériaux introduits d'en haut. Il est exclusivement le produit de la lévigation de la

¹ ROLLIER. Poche d'Albien dans le Néocomien à Neuchâtel. *Eclogæ géol. helv.*, V, 1898, p. 521.

H. SCHARDT. Note sur deux filons sidérolitiques à Gibraltar. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, XXVI.

et stries de glissement s'y rencontrent de même, mais ils paraissent être manifestement postérieurs aux phénomènes de corrosion. Il y a donc eu évidemment action d'érosion, suivie de mouvement de descente du paquet de terrain dans la grande cavité préparée d'avance. S'il y a eu action concurrente de l'eau pendant le mouvement d'introduction, cette action a dû être tout à fait accessoire, car il n'y a aucun triage des matériaux selon leur dimension ou densité. Les marnes vertes et bleuâtres qui se trouvent sur le bord N.E. ne sont probablement pas contemporaines à l'introduction de la marne albienne, mais peuvent tout aussi bien provenir de l'action de la corrosion sur le calcaire très glauconiteux du Hauterivien supérieur qui forme les parois de la cavité. Ces marnes vertes pénètrent d'ailleurs dans les craquelures et cupules d'érosion du calcaire, ce qui n'est pas le cas de la marne rouge.

La situation de ce gisement singulier est représentée vue de face et en coupe par la fig. 2 *a* et *b*. Il est facile de se rendre compte de son origine, si l'on admet que l'érosion souterraine pendant l'époque continentale qui a suivi, soit l'époque cénomaniennne, soit le Miocène, a produit une cavité souterraine dont le plafond a fini par s'effondrer au-dessous de l'Albien et du Cénomanien transgressifs. *C'est donc encore un phénomène d'éboulement, d'effondrement et de glissement qui caractérise la genèse de ce gisement anormal.*

Si maintenant nous comparons celui-ci avec le gisement récemment signalé par M. Rollier¹ au Goldberg près de Bienne, nous constatons une analogie frap-

¹ L. ROLLIER. Sur une nouvelle poche sidérolitique. *Archives Genève*, III, s. I, 14, 1902, p. 59-68.

pas être invoquée pour expliquer l'origine de cette enclave par un glissement parallèlement au plan de stratification, puisque le plongement des couches atteint à peine 5-10°. Il faut invoquer ici le même mode de formation que pour la poche albienne et cénomanienne des Fahys, soit l'effondrement du plafond d'un emposieux. Un paquet de calcaire limoniteux susjacent au Valangien inférieur serait venu se loger dans cette excavation par ce mécanisme très simple. Le Valangien inférieur présente d'ailleurs sur ses parois des traces de corrosion très visible et le Valangien supérieur est visiblement disjoint et manque de cet état compact que possèdent ordinairement les gisements intacts. Cette constatation n'enlève rien à la valeur des conclusions que mon collaborateur et moi nous avons formulées au sujet de l'origine des enclaves hauteriviennes des bords du lac de Bienne, lesquelles se trouvent en effet dans des conditions tectoniques très différentes.

Il est fort probable que si l'exploitation de la dite carrière se poursuit on trouvera sur le fond de cette poche un entassement de blocs détachés des parois et du plafond de l'emposieux primitif.

A cette occasion, je rappelle que des gisements anormaux dans des couches peu inclinées ne sont nullement rares. M. Aug. Dubois m'a signalé, près de Gorgier, dans une excavation du Valangien inférieur, mise à découvert pour la construction d'un mur, un remplissage de marne hauterivienne dont la genèse se ramène à un mécanisme analogue.

En 1896, j'ai trouvé dans le Jura méridional, sur le plateau des Hautes Molunes, dans une excavation du Valangien inférieur, toute une faunule d'Aptien (Rho-

danien) dans un calcaire marneux jaune, paraissant être en place et dans lequel je m'attendais naturellement à trouver des fossiles du Valangien supérieur. Il s'agit ici d'un relict de sédiment aptien glissé, après remaniement partiel, dans un emposieux creusé dans le Valangien, sur une surface relativement peu inclinée. L'absence de roches d'autre nature exclut le transport lointain par l'eau.

C. Notes complémentaires sur diverses poches hauteriviennes entre Gléresse et Bienne

1. Poche du Dépôt de bois près Gléresse. L'examen détaillé de cette poche, qui a la forme d'une intercalation concordante m'a permis, au cours de plusieurs visites, de m'assurer positivement du mécanisme de

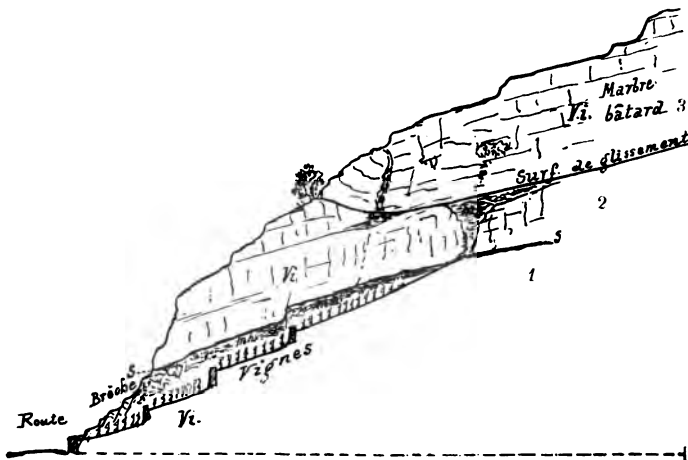


Fig. 3. Coupe de la poche hauterivienne du Dépôt de bois près Gléresse.

LÉGENDE:

Vi. Valangien inférieur; mh. Marne hauterivienne; S. Surface de glissement.

l'inclusion des lambeaux marneux. Sur la paroi S. W. de l'arc rocheux partant de l'angle proéminent du Dépôt de bois (ancienne carrière), on voit qu'à la brèche de dislocation (éboulis frottés) succède de la marne hauterivienne jaune broyée, qui se continue avec une épaisseur variable entre les deux bancs de marbre bâtard, puis elle traverse subitement le banc

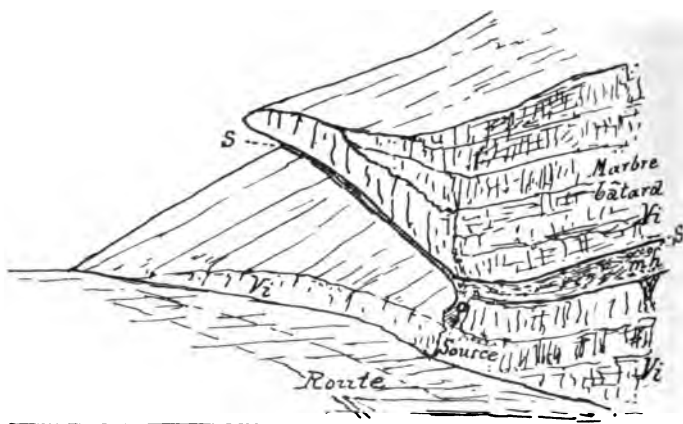


Fig. 4. Poche hauterivienne entre Vuntele et la carrière Im Rusel.

LÉGENDE:

Vi. Valangien inférieur (marbre bâtard); *Mh.* Marne hauterivienne; *S.* Surface de glissement.

supérieur et s'étend en forme d'entonnoir entre celui-ci et un troisième banc plus haut. Celui-ci a certainement glissé sur le deuxième, car la marne est entraînée plus loin en étroite lame et le massif calcaire lui-même vient butter en discordance contre un paquet calcaire disloqué. Comme la couche 2 a certainement glissé sur la couche 1, il s'ensuit que nous avons là une double poche fermée, ainsi que le montre

le croquis ci-dessus, qui complète la fig. 5 de notre notice (voir fig. 3), le remplissage marneux transversal de la fig. 7 de la dite notice n'est que la continuation de la coupure transversale.

2. La poche entre Vuntele et la carrière de Im Rusel (fig. 15 de notre notice) est très clairement une poche fermée par le glissement du banc de marbre bâtard qui la recouvre. Le joint de fermeture est nettement visible au-dessus du plan incliné que forme le banc calcaire qui borde la route. Ce fait m'avait échappé au début et ce n'est qu'au cours de diverses autres visites que j'en ai acquis la certitude. Le joint est aussi apparent que pour la poche de la Haslen sur Douanne. (Voir fig. 4.)

3. Poche de la carrière Im Rusel. L'exploitation de la carrière a mis particulièrement bien à découvert

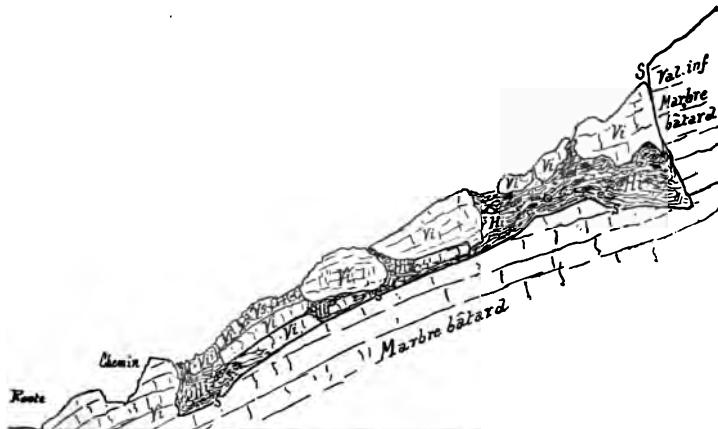


Fig. 5. Poche hauterivienne de la carrière Im Rusel.

LÉGENDE :

Vi. Valangien inférieur; III. Hauterivien inférieur marneux avec blocs de Valangien supérieur et inférieur; S. Surface de glissement.

la coupe de la poche du côté S. W. J'en ai fait un croquis d'où résulte de la façon la plus évidente qu'il ne s'agit là, en somme, que d'un glissement de marne hauterivienne, de calcaire limoniteux et de Valangien inférieur, qui est venu remplir une excavation sur le flanc incliné des bancs de Valangien inférieur. Voir fig. 5 (fig. 16 de Sch. et B.)

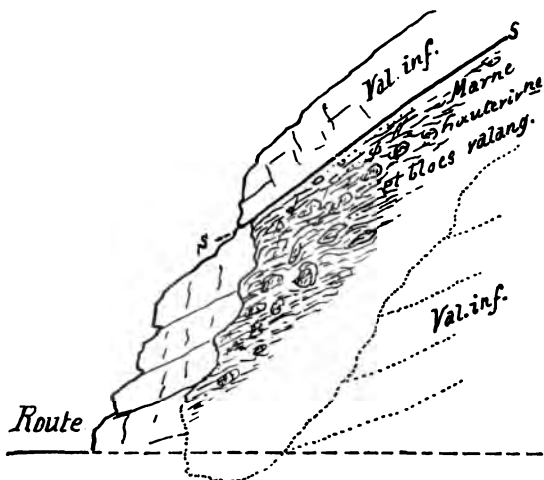


Fig. 6. Coupe théorique de la poche hauterivienne entre la carrière Im Rusel et le passage à niveau du chemin de fer.

LÉGENDE: S... S. Surface de glissement.

4. La poche entre la carrière Im Rusel et le passage à niveau du chemin de fer remplit une excavation qui paraît avoir été creusée par l'eau, puis fermée en partie par un glissement du calcaire sus-jacent. La coupe transversale paraît avoir la forme représentée dans fig. 6, qui complète le croquis que nous avons donné précédemment.

5. La poche du Pasquart près Bienne est une poche double. La coupe (fig. 7) fait voir qu'il s'agit là de deux écailles ou lames de calcaire Valangien qui sont venues s'imbriquer sur un lambeau de marne hauterivienne arrêté dans la rupture d'un genou de Valangien

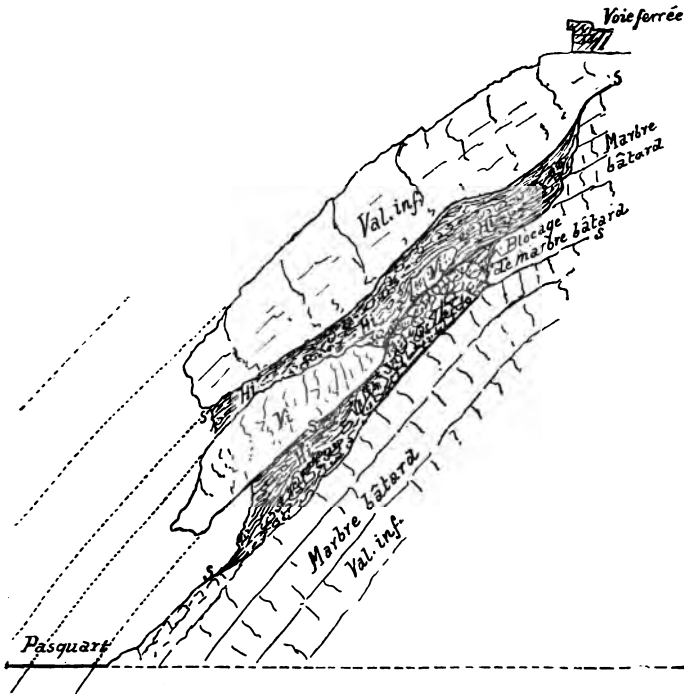


Fig. 7. Coupe de l'enclave hauterivienne du Pasquart, près Bienne.

LÉGENDE :

S... S. Surface de glissement. Hi. Hauterivien inférieur marneux.

gien inférieur. Le croquis (fig. 20), dans notre précédente publication, ne rend pas cette situation assez nettement, en ce sens qu'il fait penser qu'il s'agit de

deux lentilles distinctes de marne, tandis qu'en réalité les deux étroits lambeaux de marne communiquent ensemble en amont de l'écaille inférieure de Valangien, ainsi que cela ressort du profil. (Fig. 7.)

La situation de ce gisement est particulièrement intéressante par la facilité avec laquelle on peut suivre le contact entre les écailles de calcaire valangien et la marne hauterivienne. Cette dernière est jaune et évidemment triturée. Epaisse, au maximum, de 50 cm., elle repose sur une couche noduleuse formée d'un tritural de calcaire valangien. En suivant le contact en montant, on voit la marne s'arrêter et faire place à une brèche de dislocation. Cette zone de brèche est assez large et occupe le sommet de la lame intermédiaire; c'est d'elle que se détachent les trainées de nodules calcaires usés qui sont empâtés dans la marne des deux côtés de la lame calcaire.

Les bancs participant à la formation de ces enclaves hauteriviennes sont visiblement indépendants de ceux qui en constituent le mur. Ces derniers ont en effet un plongement de 30 à 35 % S.E., avec une direction de N. 50° E.; les bancs ayant glissé avec leurs intercalations de marne et de brèche à nodules plongent au contraire au N. de 60°, avec une direction de N. 85° E. La différence d'angle est conséquemment 35°.

Les surfaces de glissement sont presque partout moulées par de la calcite, ce qui atteste l'âge assez reculé de leur formation.

XXII

Observations géologiques sur la Montagne de Diesse et le vallon du Jorat

Communiqué dans la séance du 4 mars 1904

Le plateau de Diesse (Tessenberg) fait partie du synclinal qui s'introduit au N.E. de Saint-Blaise, entre Châtollion et Chaumont. Très étroite dès son origine jusqu'à la Métairie de Lignièrès, cette cuvette, après avoir atteint l'altitude de 800 m. environ, s'élargit subitement pour atteindre près de 3 km. de largeur. Dès lors, elle se rétrécit peu à peu vers le N.E., pour devenir un étroit couloir à partir de la Praise. Près d'Orvin, il y a de nouveau une tendance à s'élargir, grâce plutôt à l'action de l'érosion glaciaire qui n'a laissé subsister que bien peu des flanquements néocomiens qui devaient jadis s'élever sur ses bords. Il est traversé par la Suze près de Frinvillier. A Vauffelin encore, le synclinal est fort étroit.

Quoique moins élevé que le plateau des Ponts, la Montagne de Diesse offre une grande analogie avec celui-ci. La fermeture brusque du synclinal, du côté S.O., se produit chez les deux d'une façon tout à fait semblable. La combe de Lordel et des Gratterets est absolument homologue à la combe du Roumaillard et de Pellaton. Le chaînon du Rochoyer est l'homologue du Crêt Pellaton. Enfin, tout comme la Montagne de Diesse, le plateau des Ponts se rétrécit graduellement vers le N.E., mais bien plus lentement, car ce n'est qu'au N.E. de Boinod, après 18 km., qu'il prend

l'aspect d'un étroit vallon, tandis que le plateau de Diesse subit cette transformation en moins de 9 km.

Une autre analogie réside dans la présence de renversements sur les flancs. La Montagne de Diesse, bien plus encombrée de dépôts glaciaires, ne permet pas de constatations bien continues sur les terrains qui remplissent le pli synclinal. Les terrains formant le milieu de celui-ci, même ceux qui constituent ses bordures, sont presque partout cachés par le manteau morainique qui recouvre si uniformément et avec une épaisseur désespérante toute l'étendue du plateau. Les terrains rocheux qui surgissent de la couverture détritique appartiennent presque sans exception au Jurassique. Cependant, sur le bord S.E., entre Lignièrès et Prèles, on rencontre quelques affleurements de Valangien. M. Baumberger a donné des détails stratigraphiques très complets sur ces gisements¹. Ce qui suit complètera ses observations sur quelques points.

1. *Le renversement des couches sur le flanc S.E.* ressort de la comparaison entre la position des assises du Valangien inférieur près du Moulin de Lamboing, avec celles de Prèles. Le profil ci-contre (fig. 8) en donne la situation générale. Près de Prèles, le plongement du Valangien est dirigé de 5 à 6° au N.W., alors qu'au Moulin de Lamboing on le retrouve avec le même plongement, mais environ 80 m. plus bas. Cette dénivellation des mêmes couches, placées sur la même ligne, ne peut s'expliquer que si entre deux existe un flanc moyen vertical ou même renversé au delà de la verticale. Les dépôts glaciaires ne permettent pas de

¹ E. BAUMBERGER. Beiträge zur Kenntnis der Kreidebildungen, etc., *loc. cit.*

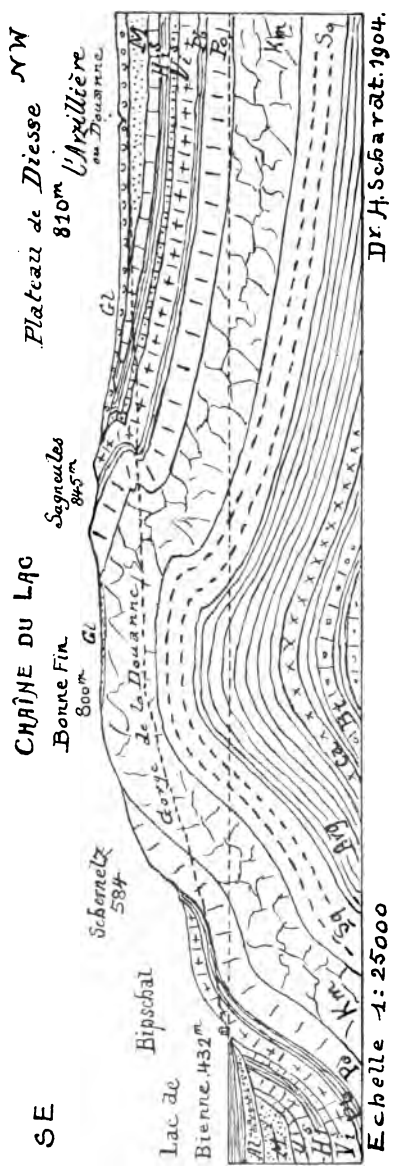


Fig. 8. Profil géologique de la chaîne du lac entre le lac de Bienne et le plateau de Diesse.

LÉGENDE :

Al. Alluvions; Gl. Glaciaire; M. Mollasse; H. s., i. Hauterlivien supérieur et inférieur; V. s., i. Valangien supérieur et inférieur; P. Purbeckien; Po. Portlandien; Km. Kimmeridgien; Sg. Séquanien; Arg. Argovien; Ca. Callovien; Bt. Bathonien.



faire cette constatation. Par contre, les assises du Portlandien et celles du Kimmeridgien, visibles à l'entrée supérieure de la gorge de la Douanne, ne laissent pas de doutes à cet égard. Le Kimmeridgien s'enfonce subitement en se renversant ; le Portlandien, plus haut, fait de même. Les couches peu épaisses de ce dernier font nettement saillie au milieu des broussailles. Leurs contours dessinent donc ici un pli en forme de Z.

2. *La bordure valangienne entre Lignièrès et Prêles* se montre bien à découvert, d'abord aux « Vieilles Roches » à l'E. de Lignièrès, où une carrière pour l'extraction de « groise » pour le chargement des routes a entamé la base du Valangien inférieur¹, le Purbeckien et la dolomite saccharoïde du Portlandien. Ce gisement est intéressant parce qu'il montre tout d'abord la faible épaisseur de la marne purbeckienne, marne grise, fétide au choc, avec nombreux débris de coquilles brisées, et dont l'épaisseur n'atteint que 1 m. Un autre intérêt réside dans la présence de nodules de friction de calcaire valangien empâtés dans la marne purbeckienne. Il y a notamment dans la partie la plus profonde de la carrière un bloc de calcaire valangien entièrement isolé, enchassé dans la marne sous-jacente au massif calcaire. Il est délimité par des surfaces de friction très nettes et la marne qui l'entoure est feuilletée, comme par lamination. Ce bloc se rattache évidemment à une lame du calcaire valangien qui se voit dans la partie S. de la carrière ; elle est détachée de la plaque calcaire par une petite

¹ Nommé Berrias ou « Berriasien », par M. Baumberger. Ce même nom figure aussi sur le chronographe de M. Renevier. La dénomination de Valangien inférieur mérite toutefois la priorité.

faille d'affaissement (voir fig. 9). Le mécanisme de l'inclusion de ce bloc de calcaire valangien dans la marne ne peut pas s'expliquer par un glissement spontané, vu le faible plongement des couches. Les morceaux paraissent d'ailleurs comme roulés dans la marne. On ne peut s'expliquer leur origine que par un *glissement tectonique du Valangien* sur la marne plastique du Purbeckien, c'est-à-dire par un mouvement du N.W. au S.E. Entrecoupée par la petite

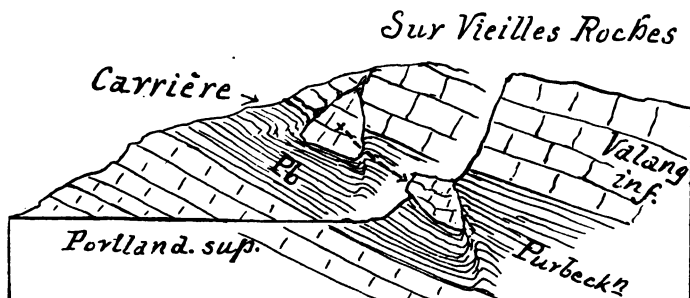


Fig. 9. Coupe du contact du Valangien, du Purbeckien et du Portlandien supérieur dans la carrière des Vieilles Roches, près Lignéres.

faille mentionnée, la partie saillante de la couverture valangienne a été arrachée pendant le glissement de la plaque et empâtée dans la marne. La lame encore adhérente à la plaque du Valangien est un témoin de la réalité de ce mécanisme. La faible épaisseur du Purbeckien est sans doute aussi une conséquence de ce glissement, lequel est le résultat de la courbure que la série des couches a eu à subir pour former le synclinal au flanc probablement renversé plus bas, comme à Prêles.

103

3. Dans l'ancienne carrière des Pâturages dessus, près des Sagneules sur Prêles, se voit un autre accident qui rentre dans le même ordre de phénomènes. M. Baumberger (*loc. cit.*) indique dans l'énumération des couches de cette carrière trois couches de calcaire marneux friable (bröckelig) avec gastéropodes, etc. (les couches 3, 5 et 7). En examinant cette coupe, je fus frappé par le fait que la couche 5 se termine rapi-

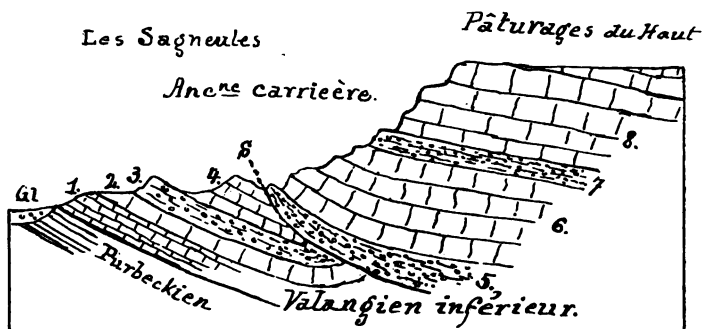


Fig. 10. Coupe du Valangien inférieur dans la carrière des Pâturages dessus, près Prêles.

1. Calcaire marneux friable	0 ^m ,50
2. Calcaire jaune clair	0 ^m ,20
3. Calcaire noduleux à gastéropodes	0 ^m ,50
4. Marbre bâtard	0 ^m ,50-1 ^m
5. Calcaire noduleux à gastéropodes	0 ^m -0 ^m ,50
6. Marbre bâtard	2 ^m ,50
7. Calcaire noduleux	0 ^m ,50
8. Marbre bâtard	3-4 ^m

dement du côté du S.W. et disparaît sur le bord d'une surface de glissement en s'écartant de la couche 3 par suite de l'épaississement du banc 4, fait qui relève aussi M. Baumberger. En même temps elle se rapproche de la marne 7 par réduction du banc 6. Du côté du N.E. au contraire, cette couche 5 se rapproche

Meu

de la couche 3 et se confond finalement avec elle, autrement dit la couche 4 disparaît. La conclusion est *que nous avons là un dédoublement de couches par une faille oblique à la stratification*. La couche 5 est la même que la couche 3, de même le banc 4 est la même assise que 6. La fig. 10 donne la situation telle qu'elle se présente réellement.

4. *Dans le vallon du Jorat*, au fur et à mesure que s'opère le rétrécissement du synclinal, on voit apparaître des marnes et des grès tendres appartenant au noyau tertiaire du synclinal. Jusqu'ici le Tertiaire n'a été constaté positivement que dans cette partie de la cuvette; mais il est probable qu'il y en a sur toute l'étendue sous les dépôts glaciaires. Ces formations tertiaires doivent appartenir à la mollasse d'eau douce inférieure (Aquitaien). On les exploite activement près de la Tuilerie, au-dessus des Praises, ce qui permet de se rendre compte facilement de l'identité de ces dépôts avec ceux de la bordure du Jura. Ce sont des marnes argileuses grises ou jaunâtres, alternant avec des grès tendres.

La base de ces dépôts tertiaires est une marne rouge, dont la présence est facile à reconnaître par la couleur des produits du délitement. Le Néocomien ne se voit que localement en place; ses débris, par contre, recouvrent partout la mollasse. Du côté N.W. les calcaires portlandiens sont redressés verticalement ou même renversés. *On peut conclure de ce fait que l'étroitesse du synclinal dans la zone du Jorat n'est pas uniquement due à la diminution en largeur de la cuvette elle-même et à sa surélévation, mais en partie du moins au renversement des flancs qui se sont deversés par-dessus le noyau synclinal en écrasant celui-ci.*

Le fond du synclinal est probablement plus large que son entrée. Cette circonstance a sans doute aussi contribué à la conservation du noyau tertiaire à un endroit où il aurait certainement été enlevé par l'érosion s'il avait été simplement appliqué dans une cuvette en forme de V. La forme du pli est ici celle d'un fond de chaudière, ∩. Dans la partie inférieure du vallon, entre la Tuilerie et les fermes du Jorat, on voit distinctement une dislocation très caractéristique pour les synclinaux à flancs renversés. Le Néocomien presque vertical est rompu par une fissure horizontale et le Valangien inférieur a glissé sur le Hauterivien. C'est une cassure de jambage (Schenkelbruch).

XXIII

Observations géologiques sur les environs de Couvet

Communiqué dans la séance du 18 mars 1904

La partie du Val-de-Travers entre Couvet, le Chablais et le Mont de Couvet, présente un intérêt particulier, parce que c'est là que les derniers vestiges du synclinal des Ponts et de la Sagne, qui se poursuivent par la Combe Pellaton et les Monts de Couvet, viennent se confondre avec le synclinal du Val-de-Travers, pour s'en séparer de nouveau au S.O. de Buttes, en constituant la cuvette néocomienne de la Côte-aux-Fées. La fusion de ces deux importantes zones synclinales n'est donc que temporaire et motivée probablement par le pli-faille du Malmont, qui coïncide précisément avec *l'abaissement de la zone synclinale des Ponts et de l'anticlinal qui la sépare du Val-de-Travers*. Cet anticlinal

s'enfonce, en effet, sous le palier de Plancemont, où bientôt le Valangien le recouvre complètement. Il réapparaît près de Buttes, comme anticlinal de la combe, lequel se prolonge jusqu'à la Vraconne près Sainte-Croix. Cet anticlinal se dessine dans le ravin du Sucre avec une régularité tout à fait remarquable. Le chemin du Loup, sentier qui suit une des corniches formées par les alternances calcaires et marneuses du Portlandien, permet de franchir le sommet de l'arc de cette voûte presque régulière. Du côté N.W. cependant, le plongement du pied-droit est plus fort que du côté S.E. (Voir pl. II, fig. 1 et 2.)

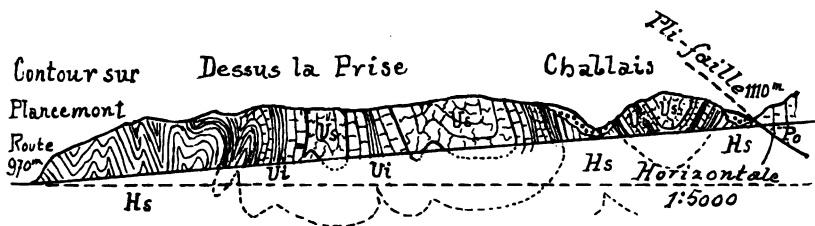


Fig. 11. Coupe montrant les replis du Néocomien le long de la route de la Brévine, entre Plancemont et le Chablais.

LÉGENDE:

U.s. Urgonien supérieur; *U.i.* Urgonien inférieur; *H.s.* Hauterivien supérieur; *Po.* Portlandien.

Le chevauchement du Malmont se poursuit depuis le Roumaillard par le Bas du Malmont et le Chablais, jusqu'au-dessus de Boveresse. Il met en contact le Portlandien ou le Kimmeridgien avec le Valangien, ou même avec l'Urgonien. On voit ce contact anormal très distinctement sur la route des Sagnettes près du Chablais; à quelques pas de l'Urgonien, on trouve le Portlandien, puis le Kimmeridgien s'enfonçant en sens inverse. (Voir les profils 1 et 2, pl. II.) Entre ce point

et le plateau de Plancemont, l'effet de ce pli-faille exagéré jusqu'à un chevauchement d'environ 200 m., se traduit par des replis fort énergiques du Néocomien. Les bancs du Hauterivien supérieur avant le contour de la route sur Plancemont, puis ceux de l'Urgonien qui suivent au-dessus du ravin du Sucre, sont repliés en zig-zag à plusieurs reprises, ainsi que le montre le croquis fig. 11.

Près de l'entrée de la Cluse du Sucre, existe une belle coupe du Valangien inférieur et surtout de la zone intermédiaire entre celui-ci et le calcaire limoniteux du Valangien supérieur, visible dans la tranchée du chemin de fer. Cette zone moyenne marno-calcaire représente la base du Valangien supérieur (zone d'Arzier). Contrairement à ce qui se présente dans d'autres gisements des marnes d'Arzier, la séparation entre les couches marneuses et le marbre bâtard du Valangien inférieur n'est pas nette, mais il y a passage graduel entre les deux sous-étages. Je place cependant la limite au-dessus du premier gros banc calcaire ayant le caractère du marbre bâtard. Voici la coupe de cette formation intéressante, une des plus complètes de notre Jura, après celle de la tranchée du chemin de fer aux Buges sur Trois-Rods ¹.

- Valang. sup. { 19. Calcaire limoniteux riche en gros grains de limonite, visible sur 1 m. au-dessus de la zone marneuse, mais mesurant une dizaine de mètres dans la tranchée du chemin de fer et sur la route de Plancemont.

¹ Voir SCHARDT et DUBOIS. Gorges de l'Areuse, *loc. cit.*, p. 257.

	Mètres
<i>Valangien supérieur</i>	18. Marne jaune tendre 2,00
	17. Banc calcaire pur marneux avec Ostracés. 0,10
	16. Marne jaune 0,50
	15. Banc marno-calcaire avec Térébratules 0,15
	14. Marne jaune grenue 0,20
	13. Calcaire jaune oolitique 0,20
	12. Marne jaune tendre avec Térébratules 0,10
	11. Six couches de calcaire jaune oolitique séparées par des délits marneux de même couleur 1,75
	10. Marne grise grenue 0,35
	9. Calcaire gris oolitique 0,12
	8. Marne jaune remplie de petits Ostracés 0,05
	7. Calcaire compact blanc 0,30
	6. Marne jaune 0,04
	5. Calcaire compact jaune 0,50
<i>Valang. inférieur</i>	4. Délit marneux jaune 0,05
	3. Calcaire oolitique compact jaunâtre 1,70
	2. Marno-calcaire avec zone plus calcaire au milieu 0,50
	1. Massif calcaire compact, finement oolitique blanc ou rosé (marbre bâtard), visible sur 6,00

La limite entre le Valangien supérieur et inférieur se place le plus naturellement entre les couches 3 et 4; peut-être faudrait-il même la descendre sous le banc 2, à cause du faciès oolitique jaune de la couche 3. On constatera en outre la présence d'intercalations calcaires de couleur blanche dans le complexe marneux, ce qui montre l'enchevêtrement du

faciès marneux du Valangien supérieur et du faciès calcaire du marbre bâtard.

Cette succession a été relevée par moi en 1895, lorsque la carrière qui l'a rendue visible était abandonnée depuis peu de temps. Depuis lors, le délitement et les éboulements ont passablement recouvert l'affleurement. M. BAUMBERGER ¹ a également étudié cette série et l'a comprise dans l'un de ses profils du Valangien du Jura. On verra par la comparaison de ces deux relevés jusqu'à quel point les deux sont coïncidents.

M. Baumberger place la limite entre le Valangien supérieur et son Berriasien (Valangien inférieur) au-dessus de la couche 9, donc passablement plus haut que je ne suis tenté de le faire. Cette divergence de vues montre une fois de plus qu'il ne convient pas de diviser le Valangien en deux étages distincts. Le Valangien supérieur et le Valangien inférieur ne sont en réalité que deux faciès qui peuvent se substituer plus ou moins complètement, ce qui explique les variations considérables de l'épaisseur de ces sous-étages.

Voici la liste des fossiles que j'ai constatés dans ce gisement :

Terebratula valdensis, de Lor. — 18 échantillons.

T. russillensis, de Lor. — 7.

T. latifrons, Pict. — 1.

T. Germaini, Pict. et C. — 1.

Nerinea Etalloni, Pict. et C. — 5.

N. Favrina, Pict. et C. — 1.

¹ E. BAUMBERGER. Die Fauna der unteren Kreide im Westschweiz. Jura. Stratigraphische Einleitung. *Mém. Soc. pal. suisse*, t. XXX, 1908, p. 46.

- Natica valdensis*, Pict. et C. — 1.
Pholadomya elongata, Münt. — 1.
Venus Vendoperi, Leym. — 1.
*Cardium Gillieron*i, Pict. et C. — 7.
C. valdense, Pict. et C. — 4.
C. Jaccardi, Pict. et C. — 6.
Astarte transversa, Leym. — 1.
*Psammobia Gillieron*i, Pict. et C. — 1.
Modiola spec.
*Lima Etallon*i, Pict. et C. — 1.
Janira valangiensis, Pict. et C. — 1.
Ostrea Sanctæ Crucis, Pict. et C. — 21.
*O. Etallon*i, Pict. et C. — 3.
Alectryonia tuberculifera, Koch. et Dunk. — 3.
Monopleura corniculum, Pict. et C. — 1.

Ces fossiles se retrouvent pour la plupart dans la marne d'Arzier et dans le Valangien supérieur d'autres gisements. Les variations d'épaisseur de la marne dite d'Arzier, son absence complète dans nombre de localités permettent d'affirmer que ce n'est là qu'un *faciès marneur de la base du Valangien supérieur*. Notre Valangien supérieur présente ainsi trois faciès, celui du calcaire roux, celui du calcaire limoniteux et le faciès marneux. Ces trois faciès peuvent se substituer même complètement. C'est ainsi qu'au-dessus de Saint-Blaise (Châtollion) et sur Hauterive, on voit le faciès du calcaire limoniteux directement superposé au marbre bâtard, en pénétrant dans les rugosités de la surface de celui-ci. Ce dernier se distingue dans la règle par sa nature compacte et ses lits plus épais, sa couleur jaune-clair ou souvent presque blanche.

On n'est d'ailleurs pas sûr de la constance de la limite entre le Valangien inférieur et supérieur. On

la fait coïncider habituellement avec le contact des deux faciès. Mais il est évident que cette dernière limite est variable suivant la durée des conditions qui ont présidé à la formation de ces deux faciès sédimentaires.

La dénomination du Valangien inférieur comme étage *Berriasien* me paraît tout à fait inopportune, déjà pour ce motif. Le Valangien supérieur, devenu par ce fait le seul étage valangien, ne saurait jouer le rôle d'un étage, car il n'en a ni l'importance stratigraphique, ni l'importance paléontologique. La seule modification dans la nomenclature qui me paraîtrait compatible avec les faits, ce serait la restriction du nom de Valangien au Marbre Bâtard = niveau des couches du Berrias et la réunion du Valangien supérieur au Hauterivien. Les marnes à fossiles pyriteux du Valangien du Midi de la France paraissent, en effet, avoir une plus grande affinité avec le Hauterivien inférieur qu'avec le Valangien inférieur. Toutefois, je préfère de beaucoup encore le maintien du *statu quo*, tout en reconnaissant que les limites des étages sont sujettes à des fluctuations, en raison des variations de durée des conditions déterminant les faciès ¹.

¹ Dans son récent mémoire (*loc. cit.*), M. Baumberger annonce le parallélisme entre les couches du Berrias et le Valangien inférieur comme une découverte récente, disant qu'auparavant on avait admis une lacune stratigraphique. Ce parallélisme a cependant été indiqué déjà en 1874, par M. Renevier (Tableau des terrains sédimentaires) et même, *pro parte*, par Mayer-Fymar en 1872.

XXIV

Découverte d'un chevauchement près de Montezillon

Communiqué dans la séance du 13 mai 1904

La région entre les Gorges de l'Areuse et Rochefort est, comme on sait, fortement accidentée au point de vue tectonique, par deux chevauchements (plis-failles exagérés). L'un, le pli-faille du château de Rochefort, fait chevaucher tout le Malm de cet anticlinal sur le Néocomien du synclinal qui s'élève par la combe aux Epines (synclinal du Val-de-Travers-Rochefort). L'autre intervient au point même où la première dislocation semble s'éteindre, sous forme d'un chevauchement de l'anticlinal de la Montagne de la Tourne sur ce même synclinal, mais avec un mouvement en sens inverse. Si, dans le premier cas, la voûte de Rochefort semble avoir été poussée par-dessus le synclinal, dans le deuxième cas c'est le synclinal qui semble avoir été poussé sous l'anticlinal, en venant occuper une niche sur le flanc de celui-ci, qui paraît comme défoncé. C'est à cette situation même qu'il faut attribuer la conservation du lambeau d'Albien, de Cénomanién et de Tertiaire du Baliset. Dans notre carte de la région des Gorges de l'Areuse¹, nous avons, M. Aug. Dubois et moi, admis, sinon la continuation, du moins l'équivalence de ces deux accidents. Le pli-faille du Baliset, aussi important qu'il soit, s'arrête certainement peu après la Combe Léonard; il ne

¹ Voir SCHARDT et DUBOIS. Le Crétacique moyen du synclinal Val-de-Travers-Rochefort. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVIII, 1900.

dépasse en tout cas pas le hameau des Grattes. Or, c'est juste en face de ce point que l'anticlinal peu saillant de la forêt de Corcelles et de Montezillon est atteint d'un accident des plus curieux, qui se traduit par un dédoublement du flanc N.W. de l'anticlinal, en recouvrant constamment une lame de Valangien pincée entre le Purbeckien et le Portlandien ou le Kimeridgien de la partie chevauchée. La carte géologique jointe à cette notice permet de saisir les relations de ces accidents curieux.

Rien dans les allures extérieures du tronçon de cet anticlinal, qui est intermédiaire entre la gorge du Seyon et celle de l'Areuse, ne permet de supposer un accident de cette envergure. Sur la traversée du Seyon, dans la profonde coupure, l'anticlinal se montre, quelques accidents très locaux exceptés, d'une régularité parfaite. D'autre part, le chevauchement du château de Rochefort, prolongement du pli-faille de la Montagne de Boudry, relayé par celui du Baliset, semble éteint. Ce tronçon de chaîne depuis Rochefort, Montezillon, Montmollin, par la forêt de Serroue, de Corcelles et de Peseux, ne paraît être qu'un segment affaissé entre les hautes arêtes de la Montagne de Boudry (1300 m.) et Chaumont (1150 m.). En effet, son altitude n'atteint nulle part 900 m. Sa surface est peu accidentée, couverte de magnifiques forêts, en raison de la nature calcaire du sous-sol, ou de cultures, lorsque la couverture morainique a produit suffisamment de terre arable.

Ma surprise fut grande, lorsqu'il y a quelques années déjà, en janvier 1902, lors d'une expertise concernant des recherches d'eau près de Montezillon, je reconnus que la couche aquifère dont il s'agissait

était formée par du Purbeckien, surmonté par du Valangien inférieur et qu'au-dessus de celui-ci s'élevait un talus en partie rocheux quoique boisé, — la forêt de Corcelles — formé de Kimeridgien et de Portlandien en position anormale sur le Valangien. Depuis lors, j'ai fait une série d'excursions dans cette région de dislocation et j'ai constaté les faits suivants :

1. Le pli-faille en question s'amorce en face du hameau des Grattes, sur le versant N.W. du petit chaînon qui porte le nom de Forêt de Corcelles, à l'endroit même où passe le chemin des Grattes à Montezillon. Ce chemin traverse l'arête au point où le Valangien finit.

2. En suivant le contact entre la plaque chevauchée et le Valangien, on constate que la trace de cet accident commence sur le versant N.W. du chaînon et passe ensuite sur le versant S.E. en faisant se superposer d'abord le Portlandien saccharoïde sur le Valangien ; puis c'est le Portlandien moyen qui s'intercale entre deux. Au-dessus de Montezillon enfin, on voit le Portlandien inférieur, puis le Kimeridgien en grande épaisseur se superposer au-dessus du Néocomien.

3. Entre Montezillon et la tranchée du chemin de fer, près Montmollin, la lame chevauchée est séparée de la corniche du Valangien par un large plateau incliné et couvert de cultures, qui permet de supposer là les marnes hauteriviennes au pied de l'escarpement de Kimeridgien. Cependant, il n'a pas été possible d'y constater la présence de ce terrain, en raison de l'épaisseur des dépôts morainiques qui recouvrent cette surface. Il faudrait faire des sondages pour s'en assurer.

4. La trace du contact anormal est traversée par la voie ferrée au N.E. de Montezillon, à l'entrée de la tranchée du chemin de fer, qui coupe le Kimeridgien et le Portlandien.

5. Au pied de la petite forêt entre Montmollin et la tranchée du chemin de fer, on a pu voir, lors de travaux de fouille pour une nouvelle construction, le contact immédiat du *Valangien supérieur* avec le Kimeridgien superposé à lui.

6. Le contact anormal traverse le milieu du village de Montmollin, puis il se poursuit entre les deux collines boisées situées au N.E. de cet endroit. Le Valangien inférieur qui se voit au bord de la route, au S.E. de Montmollin, est fortement disloqué et bréchoïde.

7. On retrouve le contact anormal sur le versant S.E. de la colline des Serroues, entre la Perreyre et les Cernils. Le socle de cette colline est formé de Valangien inférieur reposant sur le Purbeckien, tandis que le second escarpement, l'arête culminante et le versant N.W. sont du Portlandien inférieur. La deuxième arête qui suit au N.W. est du Portlandien moyen et supérieur supportant le Purbeckien et le Valangien en position normale.

8. Enfin aux Cernils, le chevauchement s'arrête brusquement. Il ne peut en tout cas pas se continuer bien loin dans la forêt de Peseux, où les affleurements font défaut.

M. Aug. Dubois, à qui j'avais signalé cet accident, est arrivé aux mêmes conclusions; il a pu voir en particulier, lors de la pose d'une conduite d'eau entre les Grattes et Montezillon, la superposition anormale du Portlandien sur le Valangien dans la tranchée à travers la forêt de Corcelles. A l'endroit où s'amorce

cette dislocation sur le flanc de l'arête vis-à-vis des Grattes, le Portlandien supérieur a entraîné le long du plan de glissement une lame de Purbeckien restée pincée entre le Valangien et le Portlandien. Les deux sont en position non renversée, sinon on pourrait croire à un pli couché, ce qui n'est certainement pas le cas.

Les deux profils ci-dessous (fig. 12) permettent de se rendre compte de cet accident si singulier et si inattendu.

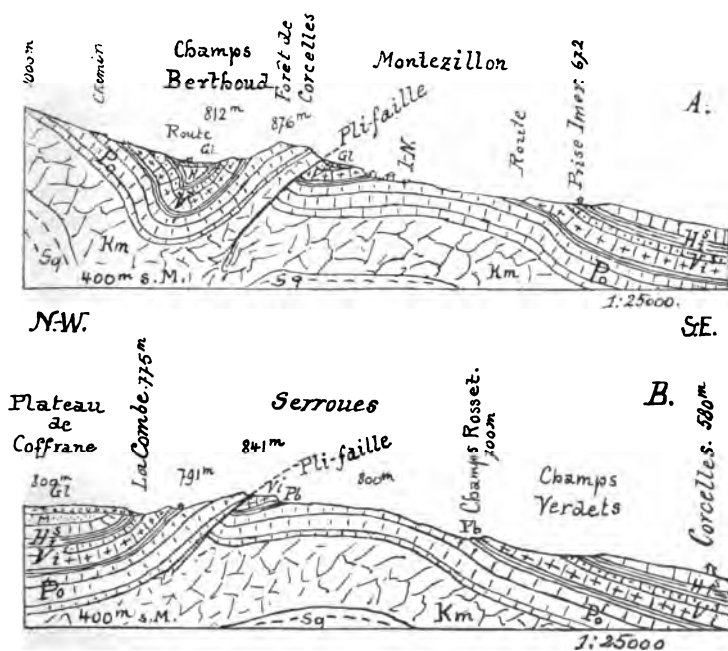


Fig. 12 A et B. Profils géologiques par le chañon de Montezillon (forêt de Corcelles) et de Serroue, montrant le chevauchement par pli-faille.

LÉGENDE :

Al. Alluvions; *Gl.* Glaciaire; *M.* Mollasse; *H. s., i.* Hauterivien supérieur et inférieur; *V. s., i.* Valangien supérieur et inférieur; *Pb.* Purbeckien; *Po.* Portlandien; *Km.* Kimmeridgien; *Sg.* Séquanien; *Arg.* Argovien; *Ca.* Callovien; *Bt.* Bathonien.

XXV

Origine de la source de l'Areuse (la Doux)

Communiqué aux séances du 18 mars et du 18 juin 1904

(Voir les planches I et II.)

La rivière de l'Areuse, qui arrose le Val-de-Travers et va se jeter dans le lac de Neuchâtel, près de Cor-taillod, est en partie le résultat de la concentration de la pluie s'écoulant à la surface du terrain, mais ses affluents les plus importants sont plusieurs grandes sources vaclusiennes. La *source de la Doux* près Saint-Sulpice, nommée communément « Source de l'Areuse », est la plus importante parmi celles-ci. Les plus notables des autres sont *La Noiraigue*, les sources du *Buttes*, celles de la *Raisse*, formant le Fleurier, le torrent temporaire du *Sucre*, etc.

Le champ collecteur superficiel direct de l'Areuse est peu considérable et ne comprend que la surface de la cuvette du Val-de-Travers proprement dit, depuis Saint-Sulpice à Noiraigue. C'est la partie occupée par le Tertiaire imperméable, dont les eaux arrivent par divers ruisselets dans le cours d'eau principal. Le seul affluent superficiel permanent en dehors du Val-de-Travers, est le ruisseau de Noirvaux, dit aussi Noiraigue. C'est le plus long affluent superficiel de l'Areuse (18 km.). Et cependant, il tend comme le Sucre à passer aussi à l'état temporaire. En effet, au moment des basses eaux d'été ou d'hiver, la Noiraigue de Noirvaux se perd complètement au-dessous de Longeaigue. Son lit est alors à sec sur plusieurs kilo-

mètres de longueur. De distance en distance seulement, on voit apparaître des émergences d'eau appartenant aux eaux de fond (eau phréatique) qui cheminent dans le remplissage d'alluvion de la vallée. Ce n'est qu'à partir du village de Buttes, où il prend le nom de Buttes, que ce cours d'eau devient de nouveau définitivement permanent par l'apport d'eau d'une série de sources vauclusiennes qui jaillissent sur sa rive droite du calcaire kimeridgien. Avec cette réduction en basses eaux du ruisseau de Noirvaux, est en relation le régime torrentiel de plus en plus accentué du Buttes. Il en est de même du torrent du Sucre, dont le lit est à sec pendant la plus grande partie de l'année, alors qu'il y a 50 ans il accusait encore un débit constant ¹.

Le champ tributaire des grandes sources qui forment l'Areuse peut être assez exactement délimité, grâce à nos connaissances sur la structure géologique de cette région.

Déjà DESOR s'était occupé de ce problème et avait exprimé l'opinion que la source de la Doux était formée par les eaux absorbées par les emposieux de la vallée de la Brévine, notamment du lac des Tailières et que la Noiraigue avait comme origine les eaux disparaissant sous terre dans la vallée des Ponts. Il avait même expérimenté sur le principal emposieu de la vallée des Ponts, l'emposieu du Voisinage, en introduisant dans l'eau qui disparaît là sous terre, une certaine quantité d'amidon (environ 50 kgr.) et en

¹ Il est avéré que nombre de cours d'eau du Jura s'enfouissent dans le sol. Leur cours superficiel est remplacé progressivement, absorbé pour ainsi dire par les cours souterrains qui s'établissent peu à peu dans les terrains calcaires sous-jacents.

cherchant au moyen de teinture d'iode, à obtenir à la source de la Noiraigue la réaction caractéristique ¹.

A. JACCARD avait entrepris des recherches synthétiques très complètes sur l'hydrologie du Jura neuchâtelois. Nombre de ses observations ont été publiées dans le Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles. Mais les résultats et les graphiques, notamment sa carte hydrologique, sont restés manuscrits. Ils sont conservés au laboratoire de géologie de l'Académie de Neuchâtel.

Jaccard a exprimé des vues absolument justes sur la provenance des deux principales sources de l'Areuse, l'Areuse ou la Doux et la Noiraigue, en attribuant à la première comme champ collecteur, le synclinal de la Brévine et une partie de celui des Verrières, et à la seconde, le plateau des Ponts et de la Sagne jusqu'à la Corbatière. La relation entre l'emposieu du lac des Taillères et la source de l'Areuse a été démontrée de même par la manœuvre de la vanne de la Scierie du Moulin du Lac ². L'ouverture de la vanne, avec un débit de 200 litres par seconde, pendant vingt-quatre heures, occasionna une crue de la source de la Doux au bout de douze heures et pendant cinquante heures environ, avec une augmentation maximale de 200 l. s. pendant douze heures environ.

Il y a longtemps aussi que l'on sait que des orages ayant éclaté sur l'une ou l'autre de ces hautes vallées, il en résulte en moins de vingt-quatre heures des

¹ Voir pour les détails critiques concernant cette expérience et les nouveaux essais faits récemment avec de la fluorescéine: SCHARDT et DUBOIS, Gorges de l'Areuse. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXX, p. 330 et pass.

² *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XV, 1887.

crues rapides et considérables de ces deux sources. Les sources de l'Areuse et de la Noiraigue ont en effet une individualité parfaite, une indépendance complète, ce que démontre aussi la structure géologique de la région collectrice. Le champ collecteur des cours d'eau souterrains qui alimentent ces deux grandes sources vaclusiennes s'étend bien au delà de ce qu'on appelle les vallées ou plateaux de la Brévine et des Ponts. Les limites longitudinales sont données par les affleurements des marnes argoviennes le long des chaînes qui bordent les synclinaux respectifs. Pour la vallée de la Brévine en particulier, on voit s'intercaler entre le synclinal proprement dit et la bordure argovienne de vastes surfaces de Malm calcaire, sur lesquelles toute l'eau météorique devient immédiatement souterraine, grâce à la fissuration du sol. Il en est de même pour le bassin collecteur de la Noiraigue. C'est en effet la marne argovienne, épaisse de 100-200 m., qui fonctionne dans notre Jura comme fond étanche sur lequel se concentrent les eaux des grandes sources vaclusiennes. Les autres niveaux marneux, Purbecien, marne hauterivienne, etc. ne produisent jamais de grandes sources. Cette dernière peut cependant servir de déversoir à des sources vaclusiennes (la Serrières, sources de Chamblon, etc.).

Le but de cette note est de résumer plus spécialement des données exactes et précises sur la région tributaire de la source de l'Areuse près Saint-Sulpice.

Le 19 janvier 1900, le Conseil d'Etat du canton de Neuchâtel a nommé une commission chargée d'étudier les moyens de régulariser le débit de la source de l'Areuse dont le régime torrentiel inquiète à juste titre les usiniers utilisant ce cours d'eau. D'autre part le

projet de drainage de la vallée de la Brévine sur une superficie de 400 hectares a donné lieu à une opposition collective de tous les intéressés à l'utilisation des forces hydrauliques de l'Areuse, le drainage étant accusé d'accentuer l'irrégularité du débit des sources et cours d'eau. Une nouvelle commission fut instituée, en date du 23 janvier 1903, pour examiner cette opposition et d'autres. Le rapport de cette dernière commission a été déjà rendu public¹, tandis que la première commission continue encore ses travaux et études.

C'est sous les auspices de ces deux commissions qu'il m'a été donné de faire une série d'études et d'essais de coloration, tendant à fixer les relations entre les eaux superficielles de la vallée de la Brévine avec la source de la Doux et de délimiter aussi exactement que possible le champ tributaire de cette source. Ce travail a été rendu particulièrement intéressant par le fait que, depuis dix ans environ, M. A. Ferrier, directeur de l'usine de la Doux, fait procéder à des jaugeages journaliers de la source de l'Areuse. On connaît ainsi le débit exact de celle-ci, ce qui permet de comparer directement son débit théorique avec le résultat des observations. En attendant le rapport définitif de la commission pour l'étude de la régularisation du débit de l'Areuse, je donnerai dans ce qui suit les résultats scientifiques déjà utilisés pour le rapport de la seconde commission.

Nous sommes moins bien partagés quant à la source de la Noiraigue, le deuxième grand affluent de l'Areuse

¹ H. SCHARDT, prof., et A. HOTZ, ing. cantonal. Rapport présenté au Conseil d'Etat sur les oppositions au drainage de la vallée de la Brévine. Neuchâtel 1904, 31 p., 2 pl.

qui n'a pas fait jusqu'ici l'objet de jaugeages suivis. J'ajouterai cependant encore quelques notes au sujet de l'origine de cette source et son débit théorique, pour autant qu'elles n'ont pas déjà été publiées ¹.

A. Champ tributaire de la source de l'Areuse.

Comme l'a déjà fait remarquer A. Jaccard, la source de l'Areuse, qui jaillit à l'altitude 799 m., doit être alimentée par les eaux souterraines provenant de la vallée de la Brévine et des plateaux calcaires voisins, ainsi que d'une partie de la vallée des Verrières. (Voir la carte hydrologique jointe à cette notice.)

Le synclinal de la Brévine est formé par du Néocomien (Valangien et Hauterivien) renfermant un noyau de Tertiaire (mollasse marine) rarement à fleur du sol à cause de la grande extension des dépôts glaciaires argileux et graveleux qui occupent la dépression de cette haute vallée. Le développement de cette couverture morainique est jalonné par des tourbières, ordinairement sous forme de tourbières bombées avec leur végétation arborescente caractéristique de pins, bouleaux etc. C'est dans cette région seulement qu'existent des ruisseaux superficiels au nombre de trois: 1. Le *ruisseau du Cachot* qui déverse ses eaux dans un emposieu en face du Petit-Cachot au milieu de la partie N.E. du synclinal; 2. le *Bied de la Brévine*, servant à alimenter deux scieries et qui se déverse près de ce village dans un emposieu sur le bord S.E. du synclinal (dans le Portlandien supérieur); 3. les eaux qui se concentrent dans le petit *luc des Taillères* (contenance 1 200 000 m³), s'écoulent par un troisième

¹ AUG. DUBOIS et H. SCHARDT. *loc. cit.*

emposieus, situé dans le Portlandien, également sur la rive S.E. de ce lac. Elles actionnent l'usine dite du Moulin du Lac (scierie); 4. le ruisseau des *Placettes* venant du côté S.W. de la vallée et qui se dirige d'abord vers le lac des Taillères, s'en détourne subitement à moins de un kilomètre de celui-ci et se déverse dans l'étang de l'Anneta, d'où un bief artificiel amène les eaux à une scierie placée sur l'emposieu même qui est taillé dans le Valangien inférieur. Ces emposieux présentent la particularité que non seulement au moment des hautes eaux leur débit absorbant est insuffisant, les eaux s'accumulent à leur orifice, mais plusieurs d'entre eux regorgent et deviennent *sources*. (La Brévine, Anneta, Les Taillères, Les Verrières.)

Outre ces quatre emposieux principaux, il y en a encore toute une nombreuse série d'autres plus petits qui ne reçoivent que des affluents de faible volume; la plupart ne fonctionnent qu'en temps de pluie ou lors de la fonte de la neige. Comparée au fond de la vallée, la surface des flancs formés par le Malm calcaire (Portlandien, Kimeridgien, Séquanien) offre une surface beaucoup plus grande. Ici les eaux superficielles font défaut, le rocher calcaire couvert de lapiés, entrecoupés de puits (avens), absorbe instantanément l'eau de la pluie et de la neige.

En somme, la totalité de l'eau de la vallée de la Brévine devient souterraine. Il en est de même de la partie de la vallée des Verrières qui doit être comprise dans le champ nourricier de la source de l'Areuse. Ici il y a aussi un emposieu, celui de la scierie de Belle-Perche, situé à l'E. du village des Verrières, au milieu du synclinal; il est creusé dans l'Urgonien.

Le point d'émergence de la source de l'Areuse (799 m.), est déterminé par l'intersection du cirque d'érosion de Saint-Sulpice qui a entamé l'anticlinal de Malmont; elle déborde par-dessus l'Argovien au point le plus bas de son affleurement. Les progressions de l'érosion ont dû abaisser son niveau peu à peu.

La démonstration à obtenir au moyen de la fluorescéine était de montrer que toutes les eaux absorbées par les grands emposieux recevant des eaux superficielles permanentes se rendent dans la source de l'Areuse. Voici les résultats de ces cinq essais :

1^{er} ESSAI. — Emposieu du lac des Taillères (altitude 1042^m).

On a introduit entre 6^h30^m et 6^h40^m du soir, le 7 septembre 1900, 4 kilogrammes de fluorescéine dans le canal du moulin du lac. La coloration devient visible à la source de la Doux le 20 septembre à 6^h du matin, donc après 299 ¹/₂ heures de trajet, en se maintenant jusqu'au 23 septembre au matin; maximum le 21 septembre. Le débit moyen de la source a été pendant ce temps de 786 l. s.

2^{me} ESSAI. — Emposieu de la scierie de l'Anneta (1040^m).

On a introduit le 9 mai 1901, entre 5^h30 et 5^h45 du soir, 4 kilogrammes de fluorescéine dans le canal de la scierie. La coloration devient visible à la source de l'Areuse le 14 mai 1901, à 5^h du matin, après 277^h30^m, et atteint le maximum le même jour à 5^h du soir. La disparition a eu lieu le 15 mai dans la journée. Le débit moyen de l'Areuse du 9 au 15 mai 1901 était de 2000 l. s. Il a varié de 4000 à 1200 l. s.

3^{me} ESSAI. — Emposieu du village de La Brévine (1043^m).

Le 23 mai 1901, à 5^h30, 4 kilogrammes de fluo-rescéine furent introduits dans le canal qui amène les eaux à l'emposieu de la Brévine. La vanne du barrage était restée ouverte pendant 15 minutes. L'eau était brune et trouble, chargée de matière humique. La coloration est devenue visible à la source de l'Areuse le 31 mai, à 1^h de l'après-midi, donc après 189 heures. Le maximum se produit le lendemain 1^{er} juin à 1^h après midi. Le 2 juin au soir la coloration a presque disparu. Entre temps deux orages ont lieu le 2 juin au soir et dans la nuit suivante à 1^h du matin; la conséquence a été que la coloration a réapparu le lundi 3 juin au cours d'une forte crue, presque aussi nettement accentuée que le 1^{er} juin, pour disparaître le lendemain.

L'explication de ce phénomène se trouve probablement dans la circonstance que dans les canaux souterrains l'eau ne chemine pas avec la même vitesse. Un canal plein d'eau fortement colorée mais presque stagnante a été remis en activité par la crue causée par les deux orages et a reproduit la coloration intense du 3 juin, sinon son renouvellement se serait fait très lentement et la coloration serait restée imperceptible. Le débit moyen de la source du 23 mai au 3 juin a été de 1800 l. s. Du 31 mai au 2 juin le débit a baissé de 3700 l. s. à 1210 pour remonter subitement à 4000 l. s. le 3 juin.

4^{me} ESSAI. — Emposieu de Belle-Perche aux Verrières (927^m).

Le 7 mars 1904 à 3^h après midi on a introduit dans l'emposieu de la scierie 6 kilogrammes de fluo-

rescéine. La fonte de la neige a commencé et la source de l'Areuse est en crue. La coloration devient visible à la source de l'Areuse déjà le 10 mars à 4^h du matin, donc après 61 heures seulement. Le maximum s'est produit le même jour à midi. Le 11 mars après 6^h du matin les dernières traces disparaissent. L'Areuse avait pendant ce temps un débit moyen de 3440 l. s. en accusant une crue uniforme de 1830 à 6170 l. s.

5^{me} ESSAI. — Emposieu du Petit-Cachot près de La Chaux-du-Milieu (1042^m).

Vu la crue rapide des eaux et la grande distance de la source on a introduit dans le canal de l'ancienne scierie qui existait là, 10 kilogrammes de fluorescéine, le 15 mars 1904 à 4^h30 après midi. La coloration devient visible à la source de l'Areuse déjà le 18 mars à 10^h30 du matin, donc après soixante-six heures. Le maximum se produit le même jour à 6^h du soir. Le 19 mars à midi la coloration était encore nette, quoique beaucoup plus faible. Elle a disparu complètement le 21 mars après midi. Les dernières traces étaient encore visibles au fluorescope sur l'échantillon prélevé à midi.

Le débit moyen de la source pendant cette expérience a été de 10 600 l. s., avec une variation de 3000 à 18 000 l. s.

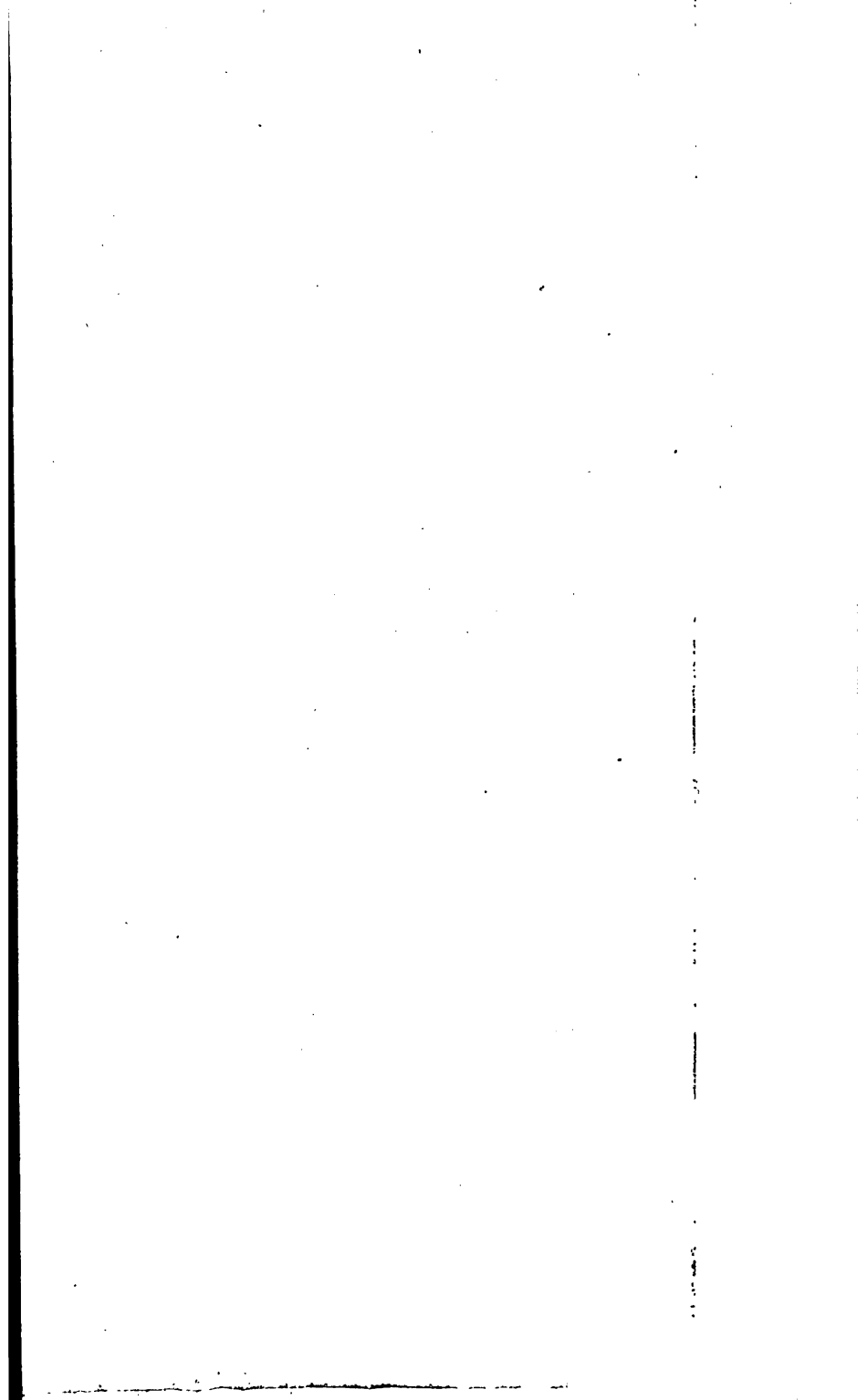
Le résultat de cet essai réduit à néant la croyance fort accréditée dans la contrée que les eaux de la vallée de la Chaux-du-Milieu et du Cachot s'écoulent dans le Doubs. Les observations faites simultanément aux grandes sources jaillissant sur ce versant n'ont fait découvrir aucune trace de coloration.

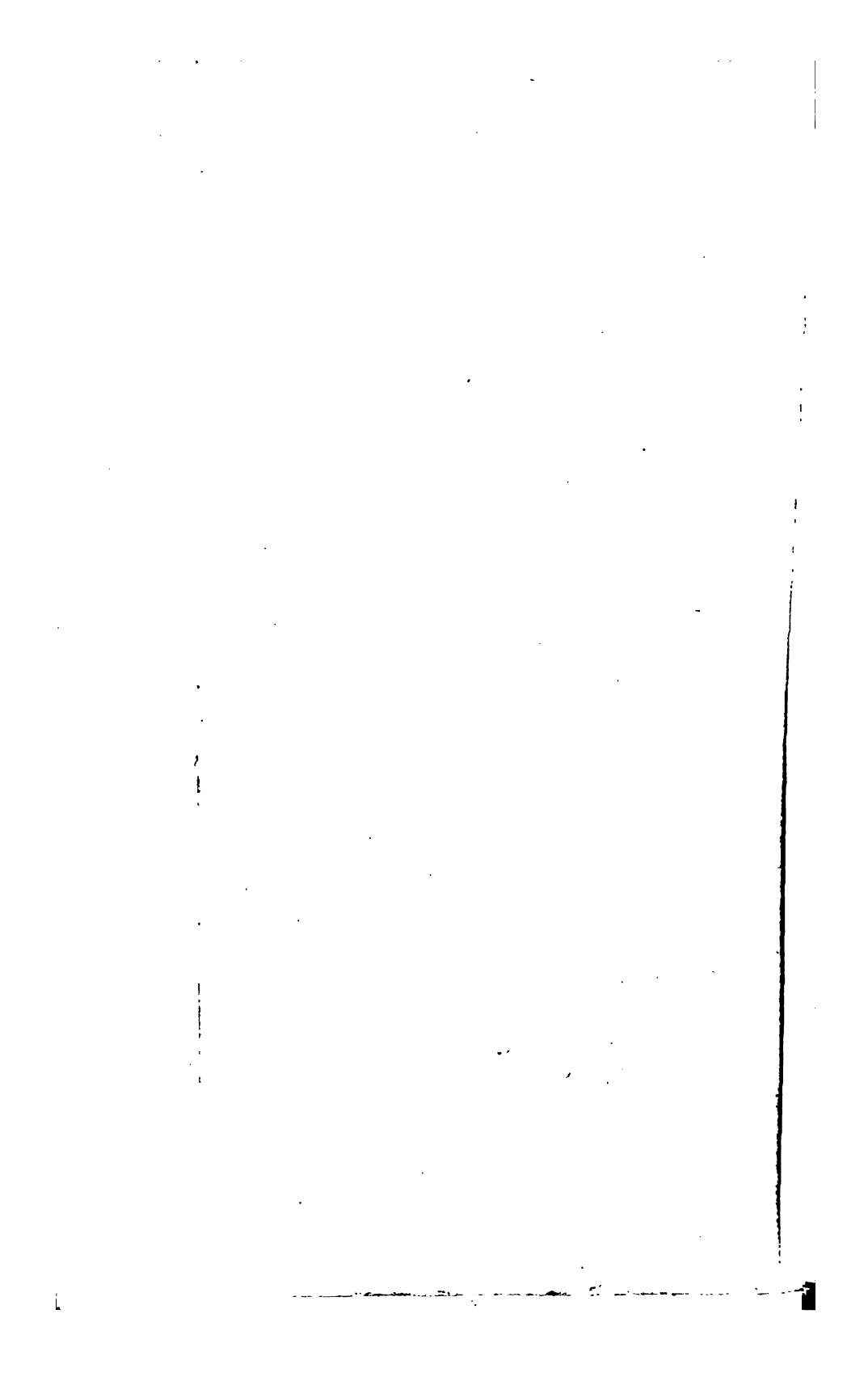
Ces cinq essais montrent ainsi d'une manière palpable que le champ collecteur de la Doux s'étend bien sur la totalité de la vallée de la Brévine et une partie de celle des Verrières. Ils sont en outre fort éloquents quant à la variation de la vitesse de translation de l'eau souterraine. Voici en effet les distances entre ces emposieux et la source, mesurées le long du cours souterrain supposé d'après la configuration géologique du bassin de concentration, comparées avec la durée du trajet, le temps nécessaire pour parcourir un kilomètre et la vitesse (longueur parcourue en mètres) en 1 heure et en 24 heures :

	Distance de la source Kilomètres	Durée du trajet Heures	Temps pour 1 kilomètre Heures	Vitesse de l'eau en 1 heure Mètres	en 24 heures Mètres
1 ^{er} essai. Taillères. .	7500	299	39,8	25	600,
2 ^{me} » Anneta . .	6750	277	26,2	38,1	914,
3 ^{me} » Brévine . .	10900	189	17,35	57,67	1374,
4 ^{me} » Verrières . .	4300	61	14,5	75	1800,
5 ^{me} » Petit-Cachot	14700	66	4,5	222,7	5345,

Etant donné les conditions très différentes qui ont régné dans le régime des eaux souterraines pendant ces divers essais, il est évident que c'est à celles-ci qu'il faut attribuer le résultat surprenant des deux derniers essais surtout. Selon les résultats des trois premiers essais on aurait dû s'attendre à un trajet durant 18-20 jours pour l'essai de l'emposieu du Petit-Cachot, alors que c'est en moins de 3 jours, avec une vitesse de plus de 5 km. par 24 heures, que l'eau s'est déplacée à travers les voies souterraines.

Nous savons d'ailleurs d'après trois essais successifs faits à l'entonnoir qui absorbe les eaux du marais de Baulmes que le trajet peut durer suivant le débit





ui
on
te
es
et

rs
le

at
x
e
n
-
it
at
s
x
-
l
n
s
n
u

i
h
s
-
s
i



de 40 à 150 heures pour parcourir les 4 km. qui séparent ce point des sources du Mont de Chamblon (Moulin Chapuis). Dans notre cas, c'est à la fonte rapide de la neige provoquant une crue puissante des cours d'eau souterrains qu'il faut attribuer le trajet très rapide des deux derniers essais.

Il serait intéressant de répéter ces essais au cours d'une année en choisissant les époques de crue, de hautes eaux, de décrue, et de basses eaux.

D'autres renseignements fort intéressants pourraient être obtenus en introduisant simultanément dans deux emposieux de la matière colorante et d'observer ensuite l'époque d'apparition de la couleur à la source, afin de se rendre compte si les eaux se mélangent longtemps avant de sourdre à la surface en se concentrant dans de grands réservoirs, ou si leurs parcours sont longtemps séparés et distincts. Cela doit être le cas certainement pour les emposieux des Verrières et ceux de la vallée de la Brévine. Afin de tirer un renseignement, dans ce sens, des deux derniers essais dont il vient d'être question, on a recueilli dès le lendemain de l'introduction de la couleur toutes les 6 heures des échantillons d'eau jusqu'au moment de la disparition de la coloration. Ces échantillons furent examinés au fluorescope.

La source de l'Areuse jaillit au pied d'une paroi rocheuse par trois jets principaux. Il était donc à supposer que ces jets correspondent aux trois courants souterrains tels que la configuration géologique permet de les supposer. (Voir la carte). Lors des trois essais la coloration est devenue cependant chez les trois jets également intense. Toutefois le fluorescope a permis de constater que lors du 4^{me} essai, celui de

l'emposieue des Verrières, la fluorescence a apparu plus vite du côté ouest et au centre que du côté est. Elle a persisté de même un peu plus longtemps de ce côté. Lors du 5^{me} essai (Petit-Cachot) c'est le contraire qui s'est produit. Le maximum a été cependant les deux fois également fort à tous les trois orifices et simultanément. Il en résulte qu'*avant d'arriver au jour, les courants souterrains venant de la direction de la Brévine et des Verrières se confondent, mais pas assez complètement pour former un mélange homogène*. La jonction ne se fait donc pas à une grande distance du point d'émergence de la source ¹.

Il résulte donc très positivement de ces cinq essais de coloration que les eaux absorbées par les orifices des cinq entonnoirs cités retourne au jour à la source de l'Areuse. Est-ce à dire que ce sont ces eaux seules qui forment cette source qui serait ainsi une résurgence dans le vrai sens du mot²? Evidemment non ! Cette légende a vécu. La surface collectrice des ruisseaux superficiels de la vallée de la Brévine et de la vallée des Verrières ne représente pas les 3 % du champ collecteur de l'Areuse, donc l'eau absorbée par les emposieux n'est pas la trentième partie de la source !

¹ Entre le 4^{me} et le 5^{me} essai la dureté de l'eau avait baissé de 20° à 19°, donc la fusion de la neige a produit une dilution de l'eau. La température était le 19 mars 1904, 7°,9.

² Le terme de « résurgence », introduit récemment dans l'hydrologie (Martel, Van den Broeck, Fournier), pour désigner les sources vauclusiennes, me paraît être plutôt impropre ; car ce terme désigne des eaux réapparaissant comme source après avoir appartenu à un cours superficiel. Or, la plupart des sources vauclusiennes ne reçoivent qu'une faible proportion d'eaux superficielles ! A peine 1 : 30 pour l'Areuse ; pour d'autres sources vauclusiennes cette proportion est encore plus faible. Ce qui fait le caractère essentiel de ces sources, c'est la filtration nulle ou très imparfaite de l'eau absorbée par le sol qui les alimente.

La configuration géologique de la région, telle qu'elle ressort de la petite carte hydro-géologique 1 : 100 000 et des profils géologiques au 1 : 25 000, permet de délimiter exactement la région tributaire de cette grande source.

Du côté N.W. la limite de cette surface est nettement marquée par le contact entre le Malm calcaire (Jurassique supérieur) et les marnes argoviennes, le long de la frontière franco-suisse, dès le Gros-Taureau au Mont-Prévoud et de là par Bétod et le Crozot à l'arête de Sommartel qu'elle suit du côté S.E. par Trémalmont jusqu'à la source même de l'Areuse. Le vallon des Verrières jusqu'à la frontière suisse, ainsi que la forêt des Cornées et une partie du Mont des Verrières doit également y être comprise. A remarquer encore que le ruisseau du Petit-Cachot dans la partie N.E. du synclinal de la Brévine et celui des Placettes, de même que le ruisseau des Verrières (La Morte) s'écoulent superficiellement en sens inverse au cours des eaux souterraines.

La détermination de la surface du champ collecteur ainsi délimité (voir la carte) conduit au chiffre de 140 km². Puisque nous connaissons assez exactement le débit moyen de la source de l'Areuse, nous sommes en mesure de vérifier ce chiffre. Il suffira de calculer le débit moyen théorique que peut assurer à la source l'eau météorique (pluie et neige) absorbée par cette surface.

Nous possédons des observations pluviométriques faites aux Verrières, à La Brévine et aux Ponts. La moyenne de ces observations donne une hauteur annuelle d'eau météorique de 1300^{mm}. Donc chaque mètre carré reçoit 1300 litres d'eau par an. Nous ne

tenons pas compte des observations faites à la Doux à proximité de la source même, parce que ce point est presque en dehors du champ collecteur et de plus la hauteur de pluie se monte à 1424^{mm}, chiffre très voisin de celui des Verrières; il n'y a donc pas lieu de le compter deux fois. La surface totale de la région tributaire de la source de l'Areuse reçoit ainsi $140\,000\,000 \times 1300 = 182\,000\,000\,000$ (182 milliards) de litres d'eau en une année. Nous savons que la totalité de l'eau qui ne s'évapore pas directement ou par l'intermédiaire de la végétation s'écoule souterrainement et doit forcément se rendre à la source vaclusienne de la Doux.

Le problème est relativement simple. L'eau évaporée est estimée généralement à $\frac{1}{3}$ du total de la pluie; dans une région aussi élevée on pourrait même la réduire à 30 %. Elle ne sera en tout cas pas supérieure à 40 %. Donc le reste s'enfonce sous terre dans une proportion de 60-70 % de l'eau météorique reçue par toute la surface du champ collecteur. Cela donne à la source de l'Areuse un débit moyen de :

$$0,60 \times \frac{182\,000\,000\,000}{31\,536\,000^1} = 3462 \text{ litres par seconde, en admettant } 60\%$$

$$\text{ou } 0,70 \times \frac{182\,000\,000\,000}{31\,536\,000} = 4103 \text{ litres}$$

par seconde, en admettant 70 % d'eau absorbée par le sol. Le débit moyen théorique de la source de l'Areuse doit être ainsi entre 3400 et 4100 litres par seconde, si la surface du champ collecteur est bien 140 km² recevant 1300^{mm} d'eau météorique par année.

¹ 31 536 000 = le nombre de secondes par année.

D'après les jaugeages qui se font journellement sous le contrôle de M. Alexis Ferrier à l'usine de la Doux, le débit moyen correspond bien à ce chiffre. Pendant l'année 1900, une des plus sèches de la série 1888 à 1903, il a atteint 3560 litres par seconde. Pendant les années pluvieuses, il ne doit pas être bien loin de 4000 litres par seconde. On voit que ces chiffres vérifient parfaitement la détermination de la surface collectrice.

B. Régime de la source de l'Areuse.

La source vauclusienne de la Doux est extrêmement variable, presque aussi variable, sinon plus, qu'un cours d'eau superficiel. En tout cas les variations s'accomplissent tout aussi subitement, ce qui peut s'expliquer aisément par le fait que les canaux souterrains pleins d'eau peuvent provoquer une augmentation du débit par transmission directe (crue piézométrique) comme dans une conduite fermée ou du moins comme chez l'émissaire d'un lac, tandis que la crue des cours d'eau superficiels se fait plus lentement par l'apport même de l'eau qui a occasionné la crue. Le débit minimum observé certainement est de 180 l. s., ce qui est exceptionnel. Ce n'est d'ailleurs que pendant les années exceptionnellement sèches que son débit tombe à 200 l. s. ou au-dessous. Normalement, il atteint un minimum compris entre 300 et 400 l. s. Le maximum normal au cours de l'année est proche de 40 000 l. s. Mais le maximum extrême, comme celui qui fut observé au printemps 1896 ne doit pas être loin de 100 000 l. s. Donc les variations normales au cours de l'année représentent la proportion de 1 : 130, soit 130 fois l'étiage ; mais les varia-

tions extrêmes peuvent atteindre 1 : 500. Ces variations se font promptement ; la source réagit rapidement après les orages. Dans l'espace de vingt-quatre heures son débit peut centupler.

Dans les années normales le débit de la source de l'Areuse tombe pendant 100 à 120 jours au-dessous de 1000 l. s. ; le débit pendant ce temps d'étiage représente 500-600 l. s.

Ce régime torrentiel pourra-t-il être corrigé ? Y a-t-il possibilité de lutter d'autre part contre les événements qui agissent depuis des siècles et des siècles et qui transforment les eaux superficielles en eaux souterraines, en les enfouissant de plus en plus dans le sous-sol ? C'est le résultat de la solubilité du calcaire et l'érosion souterraine qui en découle et transforme en vaste passage d'eau les fissures primitivement à peine visibles. Dans l'ordre naturel des choses un cours d'eau devenant souterrain devrait prendre un débit plus régulier. Mais tel n'est pas le cas ici en raison de l'absence de filtration, de la largeur des passages souterrains et de la transmission piézométrique des ondes de crue. Il est certain d'autre part que le niveau du point d'émergence de la Doux s'est abaissé dans le cours des siècles au fur et à mesure que s'enfonçait regressivement le cirque d'érosion de Saint-Sulpice en sapant la digue de marne argovienne formant le seuil du déversoir de la source.

Rien ne saurait être mis en pratique pour lutter contre l'enfouissement de l'eau à la surface du calcaire. Par contre on peut lutter efficacement contre le régime torrentiel des sources vauclusiennes.

Un des moyens qui se présente à l'esprit en premier lieu serait le relèvement du déversoir, ce qui

transformerait en réservoir accumulateur les vastes cavités souterraines abandonnées par l'eau au cours de l'abaissement du niveau de la source. Je reviendrai sur cette question dans un autre article. Puis, il ne faut pas oublier que l'érosion souterraine peut s'enfoncer indéfiniment dans le calcaire bien au-dessous du déversoir. Donc, par cette influence la capacité des cavités souterraines augmente et leur influence régulatrice de même.

Deux circonstances ont surtout contribué à accentuer le régime torrentiel des cours d'eau du Jura. D'une part le déboisement opéré déjà par les premiers colons du Jura qui créèrent sur les croupes de nos montagnes des pâturages pour leur bétail en défrichant les forêts. Cette influence, on tend aujourd'hui à la combattre — où faire se peut — par le reboisement subventionné par les cantons et la Confédération.

Plus récemment les captages de sources en vue de l'alimentation des centres populeux ont enlevé d'autre part à la rivière de l'Areuse nombre de ses affluents les plus constants ; le régime de la Basse-Areuse surtout s'en est ressenti par la baisse progressive de l'étiage. Cette influence cependant est sans effet sur la source de la Doux. La source de la Doux, comme les autres sources vaclusiennes, devient plus torrentielles surtout par l'agrandissement continu des canaux amenant l'eau de la surface vers les cours d'eau souterrains et par la disparition de la terre végétale à la surface, ce qui met à nu de vastes plateaux calcaires dénudés, couverts seulement de touffes d'herbes retenues dans les sillons des lapiés (paysage des Causses, Karstlandschaft).

Pour régulariser le débit de la source, soit aug-

menter le débit à l'étiage et diminuer le maximum, il faudrait pouvoir accumuler l'excès de ce dernier et s'en servir pour augmenter le premier. La commission nommée à cet effet verra à quel projet se résoudre, soit créer un réservoir superficiel, soit accumuler l'eau à l'intérieur de la montagne en élevant un barrage ou digue devant la source pour rehausser le niveau de l'eau souterraine. Dans le cas particulier ce dernier moyen paraît cependant fort difficile à appliquer.

C. Source de la Noiraigue.

Il y a le long du Val-de-Travers, entre la Doux et Noiraigue, toute une série de sources surtout sur les deux bords du synclinal. La plus volumineuse est la *Noiraigue* près du village de ce nom. On trouvera dans le mémoire déjà cité (Schardt et Dubois) des renseignements complets sur les essais de coloration qui démontrent que la Noiraigue reçoit les eaux qui s'engouffrent près du hameau du Voisinage au S.W. des Ponts dans un emposieu situé à la cote 990 m. au point le plus bas du plateau. Cet emposieu est profondément encaissé dans la bordure néocomienne. Les essais de coloration faits par M. Dubois et moi ont montré que le trajet de l'eau exige 6 à 9 jours (exactement 144 et 192 heures) pour se faire, dès ce point à la résurgence de la Noiraigue, distante de 4 km.

La délimitation du champ collecteur de la Noiraigue est aussi facile à établir que celui de la source de l'Areuse. Il est séparé de ce dernier à l'ouest par l'anticlinal de Sommartel, dont le noyau argovien forme un barrage infranchissable du côté N.W. Du côté S.E. c'est l'arête du Mont-d'Amin-Tête-de-Ran-

Solmont qui le délimite sans aucune fuite possible de ce côté. Au N.E. le bassin est fermé par le seuil de la Corbatière qui le sépare du val de Saint-Imier. Enfin, au S.W., c'est le crêt Pellaton qui forme barrage, en fermant le synclinal superficiel transversalement. Comme la vallée de la Brévine, celle des Ponts et de La Sagne a dans son milieu un remplissage de Néocomien, renfermant de l'Albien, du Cénomanién et du Tertiaire (mollasse marine) disposé en forme de cuvette à fond large et flancs renversés ou du moins fortement redressés. Mais les affleurements de la mollasse surtout sont rares ; ces terrains sont constamment recouverts par un manteau ininterrompu et fort épais de moraine argileuse dans le milieu et graveleuse sur les bords. C'est tout ce qu'il fallait pour créer les vastes tourbières, peut-être les plus importantes de la Suisse, avec l'aspect habituel des tourbières bombées. La largeur de la vallée proprement dite est peu considérable en comparaison avec la cuvette collectrice des eaux souterraines. Cependant elle présente une plus grande superficie que celle de la Brévine, soit environ 18 km², assez pour alimenter un cours d'eau superficiel de 500 l. s. Mais toutes ces eaux ne se concentrent pas ensemble. Les bords de la cuvette étanche sont jalonnés par des emposieux qui reçoivent nombre de ruisselets. Deux ruisseaux occupant le milieu de la partie la plus large ; ils coulent en sens contraire en se rencontrant pour former le Bied du Voisinage. La surface totale du champ collecteur souterrain de la source de la Noiraigue est bien plus vaste ; il mesure 65 km². La partie centrale étanche du synclinal des Ponts-La Sagne représente donc une proportion bien plus grande que celle des

synclinaux de la Brévine et des Verrières par rapport au champ tributaire de l'Areuse, soit 1 : 3,6 ou 27,7 %.

Comme la pluie tombant sur le plateau des Ponts et de La Sagne est d'après les observations de 1886-1900 en moyenne de 1260^{mm} par année, soit 1260 litres par m², toute cette surface reçoit donc

$$65\,000\,000 \times 1260 = 82\,000\,000\,000 \text{ (82 milliards)}$$

de litres d'eau de pluie ou de neige. Ici comme pour l'Areuse l'absorption par le sol doit représenter 60 à 70 % et l'évaporation 40 à 30 %. Donc le débit moyen de la source sera :

$$0,60 \times \frac{82\,000\,000\,000}{31\,536\,000} = 1369 \text{ litres par seconde, ou}$$

$$0,70 \times \frac{82\,000\,000\,000}{31\,536\,000} = 1597 \text{ litres par seconde.}$$

suivant qu'on admet 60 % ou 70 % d'eau absorbée par le sol. Le débit moyen de la source de la Noiraigue doit donc se trouver entre 1400 et 1600 l. s., ce que des jaugeages pourraient facilement démontrer. Un travail d'observation aussi complet que celui de l'Areuse à la Doux reste encore à faire pour la Noiraigue ¹.

J'ai observé par estimation le 30 avril 1904, 500 l. s., en ce moment la source temporaire de la Libarde qui en est un trop-plein donnait 100 l. s., température 7^o,4.

Je cite ici quelques chiffres concernant le débit approximatif, la température et la dureté de cette source :

¹ J'attire l'attention sur l'utilité qu'il y aurait d'établir à l'émergence de nos grandes sources des limnimètres enregistreurs, ou du moins des déversoirs, dont le niveau d'eau devrait être observé au moins une fois par jour.

Source de la Noiraigue	Débit approx.	Température	Dureté
21 janvier 1902.	100 l. s.	7 ⁰ ,2	19 ⁰ ,5
16 mai 1904.	1000 l. s.	7 ⁰ ,5	19 ⁰
30 avril 1904.	500 l. s.	7 ⁰ ,6	
4 juin 1904.	1500 l. s.	8 ⁰	
10 » 1905.	1000 l. s.	7 ⁰ ,9	

La source de la Noiraigue est une vraie source torrentielle alimentée très directement par des eaux superficielles et ne subissant aucune filtration ou purification. On pourrait bien lui appliquer le nom de « résurgence », quoique plus des $\frac{2}{3}$ de son eau proviennent d'infiltration directe sans avoir passé par des cours d'eau superficiels.

Ces derniers sont alimentés par la région tourbeuse de la cuvette des Ponts-La Sagne, ils entraînent une forte proportion de matières humiques empruntées aux gîtes de tourbe. C'est au moment de la fonte de la neige ou à la suite d'orages ou de pluies persistantes que ces substances parviennent en plus grande quantité dans le cours souterrain de la source. Alors l'eau de celle-ci est brune, couleur ambre et paraît fort trouble. Aux très basses eaux, et malgré qu'en ce moment les Bieds débitent une eau très colorée, la source est relativement peu teintée parce que la proportion d'eau tourbeuse est alors relativement faible. Il en est de même à la fin des crues, lorsque la lévigation des tourbières est terminée.

SUR DES FRUITS ANORMAUX DE CHEIRANTHUS

PAR HENRI SPINNER, D^r ÈS-SCIENCES

Au mois de juin de cette année, M. le Dr Ed. Cornaz m'apporta une grappe fructifiée de *Cheiranthus Cheiri*, cueillie dans son jardin. Cette grappe, prise parmi d'autres absolument normales, avait tous ses fruits développés monstrueusement, avec avortement plus ou moins complet des autres parties de la fleur. Comme on pouvait y suivre tous les degrés de l'anomalie, j'en ai tiré diverses coupes et fait plusieurs dessins représentés sur la planche ci-jointe. Pour tous ces dessins, les abréviations ont les significations suivantes : E = étamine ; S = sépale ; P = pétale ; ov. = ovule ; 1^{re} F. c. = première feuille carpellaire ; 2^{me} F. c. = 2^{me} feuille carpellaire.

Fig. 1. *Fleur intacte, vue de l'extérieur.*

Dans ce premier stade, les sépales sont bien développés, cachant les pétales, le pistil très gros fait fortement saillie. Les sépales ont une couleur brun-violet.

Fig. 2. *Même fleur, les sépales étant enlevés.*

Les pétales, aussi brun-violet, sont linéaires, tordus, mais encore au nombre de 4 ; les étamines sont réduites à leur filet. Au lieu de 6 il n'y en a plus que 4, dont les 2 courtes. Le pistil frappe par son épaisseur inusitée. Le stigmate est normalement constitué.

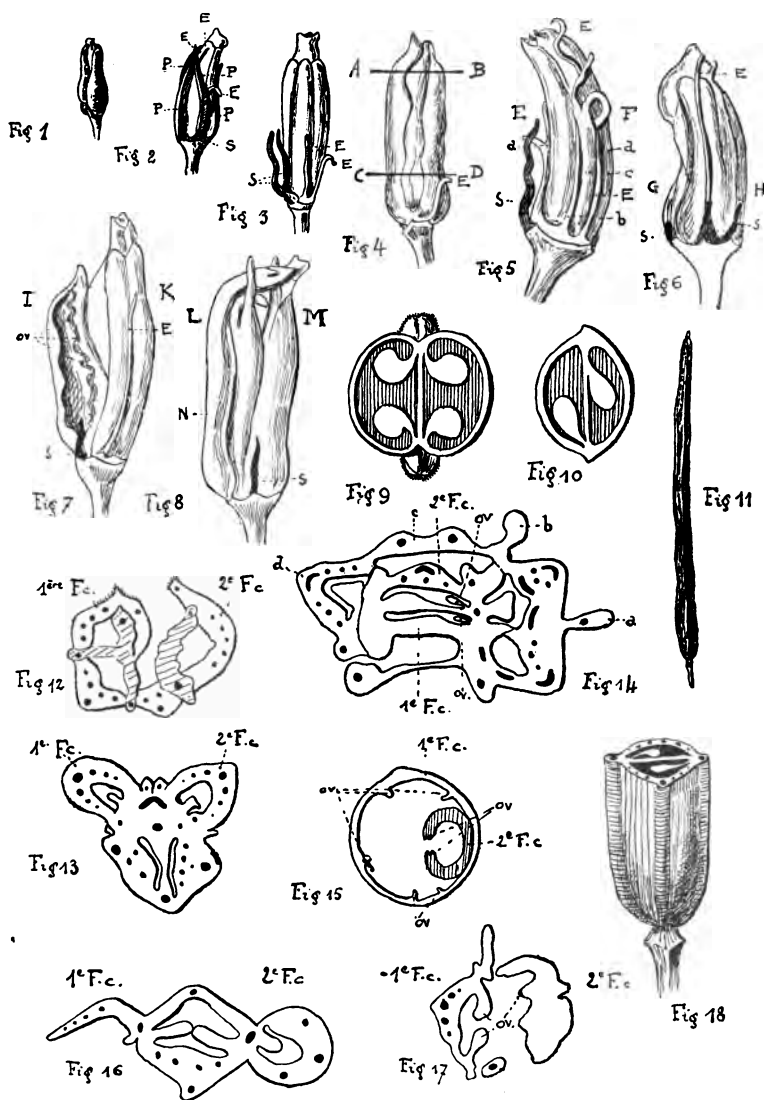


Fig. 3. *Une autre fleur.*

Les sépales, à leur tour, avortent. Ils sont recroquevillés, minces, au nombre de 3. Les pétales ont complètement disparu. Les étamines, dont le filet lui-même est très réduit, ne sont plus aussi que 3, dont les 2 courtes. Le pistil a encore grossi, mais sa forme générale reste normale.

Fig. 4. *Une troisième fleur.*

L'avortement a progressé. Plus trace de sépales ou de pétales, on ne voit plus que leurs points d'insertion. Les étamines sont réduites à un appendice rudimentaire, correspondant à l'une des courtes. Le gynécée, par contre, est démesuré et sa forme n'est plus typique. On voit que le stigmate est ouvert dans le haut, laissant ainsi un vide entre les deux feuilles carpellaires.

Fig. 5. *Une quatrième fleur.*

Un sépale subsiste encore, étroit et tordu. Pas trace de pétales. Quant aux étamines, elles se sont étrangement soudées aux carpelles, formant des côtes et des proéminences de formes variées. Ces éminences sont désignées par les lettres a, b, c et d. Grâce à cette condescence amplifiée monstrueusement, le pistil est énorme, le stigmate est divisé en 5 pointes.

Fig. 6. *Une cinquième fleur.*

On y voit encore les vestiges des 4 sépales et le filet d'une des étamines courtes, longuement développé et concrescent avec le pistil. Ce dernier est plus arrondi que dans les cas précédents, le stigmate a de nouveau sa forme normale.

Fig. 7. *Une sixième fleur.*

Un seul sépale rudimentaire, un seul filet d'étamine. Les deux feuilles carpellaires sont disjointes dès la base. L'une d'elles est fermée, l'autre est largement ouverte, laissant voir des ovules rudimentaires.

Fig. 8. *Une septième fleur.*

Encore un reste de sépale. Les pétales et les étamines ont complètement avorté. Les deux feuilles carpellaires sont disjointes, mais non étalées. La nervure est très saillante et va se confondre avec les ramifications compliquées du stigmate.

Fig. 9. *Coupe d'une silique, d'après Van Tieghem.*

Fig. 10. *Coupe d'un fruit de Cheiranthus, d'après Girard.*

Fig. 11. *Fruit normal de Cheiranthus, d'après Girard et la nature.*

Fig. 18. *Coupe d'un pistil de Cheiranthus, d'après Girard.*

Ces dessins sont destinés à démontrer la structure normale des fruits de Cheiranthus. Ces siliques sont formées de 2 feuilles carpellaires soudées par leurs bords en des placentas pariétaux. Une fausse-cloison réunit les deux sutures. Les nervures des feuilles carpellaires sont bien développées.

Fig. 12. *Coupe de la troisième fleur, suivant A B.*

Sur toutes ces coupes, les faisceaux fibro-vasculaires sont représentés par des points noirs.

Les 2 feuilles carpellaires sont disjointes. Le tissu parenchymateux* de la fausse-cloison (hachures) est divisé en deux parties, dont la gauche a formé une

sous-cloison transversale. A ce niveau, on n'aperçoit pas trace d'ovules.

Fig. 13. *Coupe de la troisième fleur, suivant C D.*

La forme de la coupe est devenue triangulaire. On voit en arrière la suture des deux feuilles carpellaires. Le tissu de la fausse-cloison a presque complètement rempli les loges, ne laissant que 4 espaces vides, étroits, dont les 2 antérieurs présentent des rudiments d'ovules, tandis que les deux postérieurs sont réduits à de minces rigoles sans traces d'ovules. Les nervures sont apparentes sur les côtés, mais on ne voit rien de la suture postérieure.

Fig. 14. *Coupe de la quatrième fleur, suivant E F.*

Cette figure a vraiment un aspect étrange. Les parois des carpelles, avec leurs concrescences, ont pris un développement extraordinaire. On ne saurait considérer comme représentant les loges que les deux cavités centrales, allongées, renfermant des rudiments d'ovules. Les autres cavités ne représentent que des vides existant entre les divers organes concrescents.

Fig. 15. *Coupe de la cinquième fleur, suivant G H.*

Cette coupe est des plus intéressantes. Elle montre le cas, unique en l'espèce, d'une des feuilles carpellaires recouvrant et entourant complètement l'autre. Il s'est formé des placentas en plusieurs endroits, mais on n'observe aucune trace de fausse-cloison. Les ovules sont aussi rudimentaires. La feuille carpellaire incluse est disposée à angle droit par rapport à la nervure de la feuille carpellaire externe. Nous pouvons donc supposer que l'anomalie est due à une disposition anormale des deux feuilles carpellaires qui,

dans la règle, doivent être opposées à 180° . L'une d'entre elles, ne rencontrant point les bords de l'autre, a crû jusqu'à se souder à elle-même, enveloppant sa voisine. Il est dès lors compréhensible qu'une fausse-cloison ne se soit pas formée et que la feuille incluse ne se soit que fort peu développée.

Fig. 16. *Coupe de la sixième fleur, suivant I K.*

A gauche, on voit la feuille carpellaire ouverte, étalée. Celle de droite est bien fermée. On remarquera la formation d'une fausse-cloison latérale incomplète, par des dépendances des deux moitiés séparées de la fausse-cloison transversale normale.

Fig. 17. *Coupe de la septième fleur, suivant L M.*

La coupe a été prise dans la partie supérieure. On voit la dislocation complète des feuilles carpellaires. Celle de gauche tend à former une fausse-cloison transversale. Celle de droite est à peine repliée antérieurement.

Conclusions

L'examen des fleurs anormales que nous venons d'étudier, nous a conduit aux déductions suivantes :

1^o De tous les organes floraux, ce sont les pétales qui disparaissent le plus facilement, tandis que les carpelles se maintiennent ;

2^o Les sépales avortent moins facilement, spécialement les sépales extérieurs ;

3^o Les étamines perdent rapidement leurs anthères, leurs filets sont concrescents avec le pistil. Celles qui se maintiennent le mieux sont les étamines courtes, opposées aux sépales extérieurs.

4^o Les carpelles de ces fleurs, déformées sans nul doute par des agents cryptogamiques, perdent leurs facultés reproductrices. Ils régressent et reviennent peu à peu à l'état foliaire. Les ovules avortent en tout ou partie, le stigmate se divise, les feuilles carpelaires se séparent. Ou bien aussi le tissu de la fausse-cloison envahit l'intérieur, soudant toutes les parties et formant un tout en apparence homogène. C'est une sorte de dégénérescence graisseuse ou d'hypertrophie cellulaire. Ce phénomène est plus fréquent chez les plantes cultivées, parce que les soins de la culture les ont rendues moins aptes à combattre les influences microbiennes.



Séance du 18 mars 1904

LA POCHE SIDÉROLITHIQUE DU FUET

(JURA BERNOIS)

CONTIENT UN LAMBEAU DE NÉOCOMIEN FOSSILIFÈRE

PAR LE D^r L. ROLLIER

Le 3 juillet 1903, je me rendis dans le Jura bernois dans l'intention d'examiner de plus près la nature des sables vitrifiables ou sidérolithiques. J'avais vu dans une exploitation des mêmes sables, à Hertingen, près de Kandern (Bade), de petits galets arrondis de quartz hyalin ou rosé, rappelant les sables à dragées de l'Albien de France et du Jura suisse. Je trouvai, en effet, dans la sablière du Fuet, vers la base des sables presque au contact avec le roc portlandien, les mêmes petits galets de quartz¹. Je pus en recueillir aussi un assez grand nombre en criblant une certaine quantité des sables vitrifiables de Souboz, prise vers la partie extérieure du gisement. Il me paraît impossible de pouvoir retrouver exactement la même grosseur des grains de quartz au Fuet et à Kandern, en admettant un charriage depuis le grès bigarré de la Forêt-Noire et les grès des Vosges, à l'époque éocène. Par contre, les sables albiens contiennent à Renan, à Morteau, les mêmes petits galets de quartz. Il me paraît dès lors probable que c'est de l'Albien qu'il faut faire dériver

¹ Diamètre de 4 à 6^{mm}.

par lévigation et remaniement les sables sidérolithiques. Il est aussi impossible de les faire provenir par voie hydrothermale des grès bigarrés et permien, qui doivent exister en profondeur sous le Jura, vu le manque total de poches de sables vitrifiables dans le Dogger de cette région. Puis on pourrait paralléliser les sables sidérolithiques avec le Hohgant-Sandstein des environs de Thoune. Ici, par contre, la commu-



Profil de la partie orientale de la sablière du Fuet
(le 4 juillet 1903).

LÉGENDE: 1. Quaternaire; 2. Concrétions ferrugineuses au fond de la poche sidérolithique; 3. Bolus sidérolithiques; 4. Sables sidérolithiques; 5. Gisement des fossiles albiens; 6. Rocailles fossilifères du Néocomien; 7. Fossiles de la marne néocomienne; 8. Blocs corrodés du Valangien; 9. Calcaires en place du Portlandien moyen; 10. Calcaires du Portlandien inférieur; 11. Marne à *Exogyra virgula*; 12. Calcaires blancs du Kimerigien supérieur.

nauté d'origine des matériaux quartzeux peut être en effet évoquée et conduit à penser en première ligne à l'Albien.

Ce n'était pas la première fois que je visitais la sablière du Fuet. Et combien de choses m'avaient

échappé dans mes visites antérieures. En regardant de près les débris de toutes sortes entamés et rejetés par l'exploitation, je reconnus avec un vif plaisir des roches néocomiennes, valangiennes, avec leurs fossiles caractéristiques en assez grand nombre et même quelques-uns de l'Albien, ce que j'avais cherché vainement autrefois dans cette même localité, ainsi que dans d'autres sablières sidérolithiques (Court, etc.).

A peu près au milieu de la sablière, dans la région orientale, un éboulement des rochers portlandiens avait surchargé les matériaux sidérolithiques et les fit glisser lentement en les mettant fraîchement à découvert. (Voir la Coupe.)

Ces matériaux sont un mélange de bolus et de blocs corrodés, enfoncés au milieu de la masse des sables et les rendant impropres à l'exploitation. Les bolus sont en partie marneux et moins foncés que les bolus rouges ou bruns ordinaires qui existent aussi dans d'autres endroits de la sablière. Dans ces bolus plus clairs il y a une grande quantité de blocs corrodés et teints plus ou moins profondément par les bolus sidérolithiques. Puis, au beau milieu de ce chaos, un petit lambeau de calcaire néocomien, oolithique, grumeleux, très fossilifère, qui appartient au passage des marnes néocomiennes (hauteriviennes) au calcaire jaune néocomien, d'après ce que je connais des affleurements normaux du Hils (Infracrétacique) du vallon de Saint-Imier¹. Parmi les blocs corrodés, il y en a beaucoup qui me paraissent appartenir au

¹ *Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse*, 8^{me} livr., premier suppl., p. 112 et seq.

E. BAUMBERGER: *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. I. Teil. Stratigr. Einleitung, p. 24 et seq. in *Mém. Soc. pal. suisse*, vol. 30.

calcaire jaune néocomien et d'autres sont des fragments de calcaires roux valangiens. Les marnes et les bolus clairs ressemblent par places aux marnes jaunes oxydées des poches hauteriviennes des environs de Bienne, du Vallon de Saint-Imier, de La Chaux-de-Fonds, et contiennent en effet des fossiles hauteriviens analogues et caractéristiques. (Voir les listes ci-dessous.)

Voici les roches remarquables et les fossiles recueillis en quelques heures :

ALBIEN.

Inoceramus concentricus, (Park.) Sow. Une valve en moule phosphaté, incrusté de marne jaune, feuilletée, adhérente.

Concrétions de phosphate de chaux, dont un exemplaire avec *Serpula* sp. adhérente.

Fragment de roche sableuse, ou grès friable, coloré en rouge brique.

NÉCOMIEN SUPÉRIEUR.

Pyrina pygæa, Ag. sp. Un moule en fer silicaté.

Elasmostoma Neocomiensis, de Lor. Un fragment avec la face inférieure nettoyée et caractéristique.

Fragments de calcaire jaune, oolithique, corrodés ou incrustés de limonite sidérolithique. Sur un fragment, une valve adhérente de *Lima* (*Limatula*) *Tombeckiana*, d'Orb.

NÉCOMIEN MOYEN.

Le petit lambeau de calcaire grumeleux, jaune pâle, m'a livré les fossiles suivants :

Ostrea (Exogyra) Couloni, Defr., plusieurs valves isolées, avec le test.

Placenticeras clypeiforme, d'Orb. (Am.) un fragment assez grand, avec lobes.

Petits bâtons calcaires qui sont des moules de tubes ou galeries de mollusques psammicoles.

NÉOCOMIEN INFÉRIEUR
OU MARNE HAUTERIVIENNE OXYDÉE.

Rhynchonella multiformis, Roem., 9 exemplaires, test.

Terebratula acuta, Quenst., 11 exemplaires, test.

Zeilleria pseudojurensis, Leym., 4 exemplaires, test.

Serpula heliciiformis, Goldf., 3 exemplaires.

Serpula, sp. div.

Myopsis Neocomiensis, Agas., 3 moules.

Cardium (Protocardium) Cottaldinum, d'Orb., 1 moule.

Venus Dupiniana, d'Orb., 1 moule.

Venus Cottaldina, d'Orb., 3 moules.

Ostrea (Exogyra) Couloni, Defr., fragments et une grande valve gauche.

Ampullina sp., un petit moule.

Pycnodus cylindricus, Pict., une dent dégagee.

VALANGIEN.

La dent de *Pycnodus cylindricus* que nous venons de citer peut provenir aussi du Valangien supérieur.

Les roches du Valangien supérieur (Limonite, etc.) ne sont pas sûrement constatées parmi nos fragments corrodés. Quelques blocs de calcaires saccharoïdes, indistinctement oolithiques, peuvent être rapportés au Valangien inférieur (Marbre bâtard).

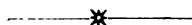
D'autres fragments sont sûrement du Portlandien supérieur et même des marno-calcaires fossilifères du Portlandien inférieur à *Ostrea (Exogyra) virgula*, Deifr., qui limitent vers le N. la poche sidérolithique du Fuet.

Ces trouvailles montrent que nous avons tous les passages depuis les argiles sidérolithiques complètement léviguées dans le N. jusqu'aux poches et lambeaux néocomiens et albiens inclus, à moitié décomposés, et aux roches infracrétaciques en place et peu altérées dans les vallons méridionaux et au pied du Jura.

Les Bottières (sablière à l'entrée de la Combe-des-Peux, au flanc S. du Mont-Chabiat) présentent aussi un petit lambeau de calcaire valangien inférieur avec *Terebratula Valdensis*, de Lor., déjà signalé bien qu'avec doute dans mon *Deuxième supplément à la Description géologique du Jura bernois*, p. 108. J'y ai retrouvé encore une fois ce fossile dans des calcaires qui ont tout à fait l'aspect et la couleur du marbre bâtard. Ce gisement est actuellement avec la poche du Fuet le lambeau le plus septentrional du Hils dans le Jura.

Je passai aussi à Court, le 5 juillet dernier, pour revoir les argiles et les brèches qui entourent le sable vitrifiable de la poche de Champ-Chalmé. Ainsi qu'aux Bottières, je vis bien des fragments et des quartiers de roches oolithiques jaunes ou brunes, fortement corrodés et altérés, imprégnés ou perforés de bolus verts, jaunes, rouges, etc. (la décomposition pâteuse de Quiquerez). Il y a même des blocs qui paraissent être du Purbeckien, à cause de leurs petites concrétions ou cailloux noirs caractéristiques.

Ici je n'ai rencontré aucun fossile valangien ni néocomien. La *Venus* sp. citée dans mon mémoire (*Matér. pour la Carte géol. suisse*, 38^e livr., p. 108) est un fossile portlandien, tel qu'on en trouve assez fréquemment dans les assises portlandiennes inférieures de la roche encaissante, au flanc S. du Mont-Girod, associé à *Cyprina Brongniarti*, *Cardium dissimile*, *Corbicella Barrensis*, *Craspedites gigas*, etc.



Séance du 19 février 1904

SURFACE DE RIEMANN, DE LA FONCTION $\zeta = \arcsin z$

PAR LOUIS GABEREL, PROF.

On sait que la surface de Riemann de la fonction $\zeta = \arcsin z$ doit être composée d'une infinité de couples de feuillettes, ce qui résulte de la double infinité de déterminations correspondant à la formule

$$\zeta = \frac{1}{i} \log \left(zi \pm \sqrt{1 - z^2} \right)$$

Je représenterai le système de déterminations relatif au signe $+$ par ζ_+ et le système relatif au signe $-$ par ζ_- . En sorte que si l'on met en évidence le module de périodicité $2\pi i$ du logarithme, on aura pour définir les deux systèmes :

$$\zeta_+ = \frac{1}{i} \log \left(zi + \sqrt{1 - z^2} \right) + 2n\pi$$

$$\zeta_- = \frac{1}{i} \log \left(zi - \sqrt{1 - z^2} \right) + 2n\pi,$$

n désignant un nombre entier quelconque positif ou négatif.

On sait d'ailleurs que si ζ_+' représente une valeur particulière quelconque du premier système, on peut toujours trouver une détermination ζ_-' du deuxième telle qu'on ait

$$\zeta_-' = \pi - \zeta_+'.$$

Les deux systèmes pourront donc être rapportés à une détermination particulière du premier système comme suit :

$$\zeta_+ = \zeta'_+ + 2n\pi \quad \zeta_- = (2n + 1)\pi - \zeta'_+.$$

Pour simplifier la notation, j'appellerai ζ_0 une détermination du premier système que je ferai correspondre à $n=0$, ce qui revient simplement à poser $\zeta'_+ = \zeta_0$. Les déterminations des deux systèmes pourront dès lors être mises en correspondance de la manière suivante :

Système ζ_+	Système ζ_-
ζ_0	$\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 + 2\pi$	$3\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 + 4\pi$	$5\pi - \zeta_0$
.	
et	
$\zeta_0 - 2\pi$	$-\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 - 4\pi$	$-3\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 - 6\pi$	$-5\pi - \zeta_0$
.	

La surface de Riemann doit être composée d'une infinité de feuillets superposés qu'on peut imaginer numérotés positivement et négativement à partir de l'un quelconque d'entre eux pris pour feuillet origine ou *zéro*.

La fonction $\zeta = \arcsin z$ a deux points de ramification, savoir -1 et $+1$, autour desquels se permutent deux à deux les déterminations du premier système avec celles du second.

De plus, $\zeta = \arcsin z$ a deux points critiques à l' ∞ . Ces points peuvent être censés situés respectivement

dans chacun des deux feuillets de la surface représentative de la fonction

$$\zeta' = zi \pm \sqrt{1 - \zeta^2}.$$

Autour de ces points ∞ , c'est-à-dire lorsque z décrit une courbe fermée autour de $+1$ et -1 dans l'un ou l'autre de ces deux feuillets, les déterminations d'un même système passent l'une dans la suivante.

L'infinité de feuillets de la surface de Riemann pourra être considérée comme une infinité de doubles feuillets identiques à ceux de la surface de

$$\zeta' = zi \pm \sqrt{1 - z^2}.$$

On coupera l'infinité de doubles feuillets d'abord de -1 à $+1$. On coupera ensuite cette même infinité de doubles feuillets entre les points infinis, et comme, à cet effet, il faudra passer d'un feuillet dans le suivant, on effectuera cette coupure transversalement à la ligne de passage -1 à $+1$. Le plus simple sera de faire la deuxième section tout le long de l'axe imaginaire, une première partie étant faite dans l'un des feuillets au-dessus de la ligne -1 à $+1$ jusqu'à celle-ci, l'autre partie étant faite à partir de cette ligne et au-dessous dans l'autre feuillet.

Il n'y a nul inconvénient à placer les dessins des coupes de quelques feuillets précisément sur les lignes de passage correspondantes. Figurons sur le feuillet origine le point de la surface de Riemann auquel on fait correspondre la valeur ζ_0 et écrivons ζ_0 à côté de ce point et les autres déterminations à côté des autres points superposés. On aura une figure qui sera en même temps un plan et une coupe et

dans laquelle on n'a pas encore établi la connexion des feuillets à travers les lignes de passage.

Il s'agit d'établir cette connexion. A cet effet, il faudra tenir compte des propriétés suivantes :

1^o Un lacet autour de $+1$ fait passer

$$\begin{aligned} \zeta_0 & \text{ en } \pi - \zeta_0 \text{ et } \pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 \\ \zeta_0 + 2\pi & \text{ en } 3\pi - \zeta_0 \text{ et } 3\pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 + 2\pi, \text{ etc. ;} \end{aligned}$$

2^o Un lacet autour de -1 fait passer

$$\begin{aligned} \zeta_0 & \text{ en } -\pi - \zeta_0 \text{ et } -\pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 \\ \zeta_0 + 2\pi & \text{ en } \pi - \zeta_0 \text{ et } \pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 + 2\pi \\ \zeta_0 - 2\pi & \text{ en } -3\pi - \zeta_0 \text{ et } -3\pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 - 2\pi, \text{ etc.} \end{aligned}$$

3^o Une courbe apparemment fermée autour de $+1$ puis de -1 fait passer

$$\begin{aligned} \zeta_0 & \text{ en } \zeta_0 + 2\pi \text{ et } \zeta_0 + 2\pi \text{ en } \zeta_0 + 4\pi \\ \zeta_0 + 4\pi & \text{ en } \zeta_0 + 6\pi, \text{ etc.} \end{aligned}$$

et

$$\pi - \zeta_0 \text{ en } -\pi - \zeta_0 \text{ et } -\pi - \zeta_0 \text{ en } -3\pi - \zeta_0, \text{ etc.}$$

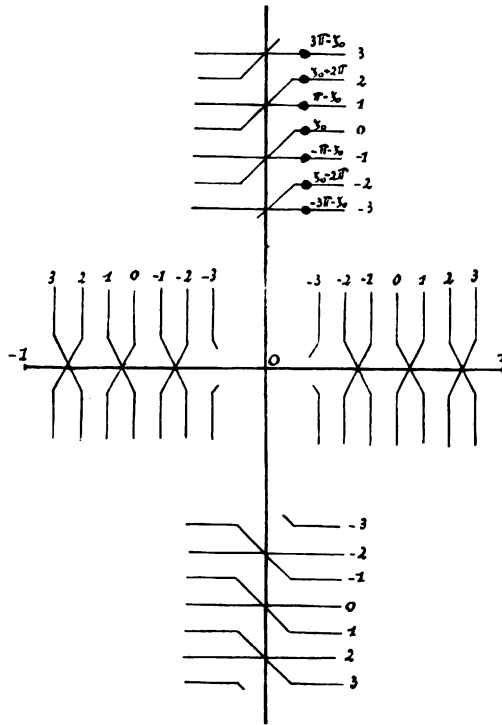
Pour que ces conditions soient réalisées, on établira la connexion comme suit :

1^o *A travers la ligne de passage* de -1 à $+1$: on reliera les feuillets 0 et 1 en croisant, de même pour les couples 2 et 3, 3 et 4... -1 et -2 , -3 et -4 , etc.

2^o *A travers la coupure le long de l'axe imaginaire* : on reliera au-dessus de l'axe réel et en franchissant la coupure dans le sens des x négatifs, les feuillets pairs 0 et -2 , -2 et -4 , -4 et -6 ... 2 et 0, 4 et 2, etc. ; au-dessous de l'axe réel, on reliera les feuillets impairs

dans le même sens des x négatifs 1 à -1 , -1 à -3 , etc. Les feuillets non reliés à d'autres se continuent par eux-mêmes à travers la coupure.

Voici quel sera l'aspect du plan-coupe de la surface de Riemann avec l'indication des sept feuillets $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$:



Séance du 10 juin 1904

Quelques observations sur l'anatomie de l'appareil circulatoire

DE CERTAINS OLIGOCHÈTES LIMICOLES

PAR EMILE FIGUET, PROF.

Il existe souvent des divergences parfois assez importantes entre les descriptions d'espèces d'Oligochètes, selon que ces espèces ont été étudiées par un naturaliste de tel pays ou de tel autre; par exemple, entre les descriptions de Vejdowsky, faites en Bohême, et celles qui conviennent à plusieurs de nos Oligochètes suisses. Qu'en conclure?

Dans plusieurs cas, qu'il s'agit de formes qui présenteraient de telles variations, une si grande amplitude d'oscillation, qu'il n'est guère possible d'admettre leur identité, et qu'alors l'établissement de nouvelles espèces paraît s'imposer.

Que dans plusieurs autres cas, les différences étant plus légères, mais existant presque régulièrement pour un ou plusieurs caractères, il faut admettre qu'une même espèce peut présenter de nombreuses formes locales, et cela souvent sur le même territoire (formes fluviales et formes lacustres par exemple).

Je crois pouvoir affirmer que pas une seule des descriptions de Vejdowsky (pour la Bohême) par moi contrôlées, ne peut s'appliquer telle quelle, dans tous ses détails, à la même espèce en Suisse.

Certaines espèces paraissent du reste varier beaucoup plus que d'autres.

Il est donc nécessaire de comparer autant que possible les diagnoses et descriptions des divers auteurs.

Les variations peuvent porter d'abord sur les dimensions de l'animal, ce qui, dans certaines limites, n'a pas une grande importance, non plus que les différences de coloration, qui sont fréquemment en relation avec l'habitat (les individus habitant les lacs étant par exemple d'une manière générale moins pigmentés et plus transparents que ceux de la même espèce qui habitent les rivières et les étangs). Ou bien les variations portent sur des caractères anatomiques, par exemple sur la morphologie du système nerveux, de l'appareil digestif, de l'appareil circulatoire, des organes reproducteurs, etc.

Les exemples qui faisaient l'objet de la communication du 10 juin 1904 étaient tirés de l'appareil circulatoire de *Tubifex barbatus*, *Ophidonais serpentina* et *Lumbriculus variegatus*. Nous nous bornerons ici à ce dernier.

Voici, en deux mots, la structure de cet appareil dans la région antérieure du ver :

Anses latérales préseptales reliant le vaisseau dorsal au vaisseau ventral ; dans les premiers segments (1-8 d'après Michælsen ; 1-12 d'après Ratzel) ces anses sont très ramifiées, et anastomosées entre elles. Puis elles deviennent simples, et c'est alors que débudent, à côté d'elles, d'autres anses, des anses pulsatiles postseptales aveugles, qui n'entrent donc pas en communication avec le vaisseau ventral, et qui sont ramifiées et couvertes de cellules chloragogènes.

D'après Michælsen (Hambourg), ces anses aveugles débudent au 9^{me} segment.

D'après Vejrowsky (Bohême), au 13^{me} segment.

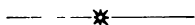
D'après Ratzel (Saxe), au 15^{me} segment.

Enfin, chez nos *Lumbriculus variegatus* indigènes, j'ai constaté qu'elles débutent tantôt au 10^{me} segment (étang de Landeyeux au Val-de-Ruz), tantôt au 9^{me} segment (tourbières du Tronchet près de la Tour de Gourze). Chez les *L. variegatus* des tourbières des Cœudres (vallée de la Sagne) et du lac Champex (sur Orsières, en Valais), j'ai trouvé ce début quelquefois au 9^{me} segment, mais plus souvent au 10^{me}.

Vejrowsky croit à une erreur d'observation chez Ratzel; mais les observations postérieures de Michælsen, et les miennes, établissent bien que l'anatomie de l'appareil circulatoire du *L. variegatus* varie; et les divers observateurs ont certainement bien vu, chacun de son côté, mais ils avaient sous les yeux des formes différant un peu les unes des autres, d'où les divergences d'observations.

Il serait facile de multiplier les exemples.

La conclusion, c'est que, dans les déterminations, il faut avoir grand soin de tenir compte de ces faits; qu'il importe de ne pas s'attacher et se borner à une seule description; qu'on n'acquerra une vue d'ensemble correcte sur l'importance relative des caractères, sur les limites des espèces et sur leurs rapports entre elles, qu'en comparant nos espèces et variétés indigènes à celles des autres pays.



ORIGINE DU NOM VALANGIEN

NOTICE HISTORIQUE

*lue à Dombresson le 18 juin 1904, à l'occasion de la Séance annuelle
de la Société neuchâteloise des sciences naturelles*

PAR HENRI MOULIN, PASTEUR

Histoire du terme « Valangien » en géologie.

Lorsqu'un habitant de Dombresson veut faire apprécier à quelque étranger de passage les charmes de notre paisible vallon, il s'élève un peu au-dessus de son village, en un lieu aisé à trouver, d'où le regard embrasse dans son ensemble ce coin de pays agricole. De là, il signale à l'attention de son hôte la disposition en chapelet des villages: c'est à droite, une première série suivant à mi-côte la limite des assises rocheuses et des matériaux de remplissage s'élevant avec elle pour redescendre avec elle sur Rochefort, situé à l'occident du vallon dans une position identique à celle que Dombresson occupe à l'orient. C'est ensuite une seconde série côtoyant, dans les mêmes conditions, le flanc méridional avec le même point de départ et le même point d'arrivée. C'est enfin une ligne centrale passant par Fontaines, Boudevilliers et Coffrane, à cheval sur l'axe du vallon. Sans grand effort l'observateur vérifiera une des lois de peuple-

ment de notre région et de bien d'autres aussi, à savoir la recherche du soleil. En effet la série accrochée au versant N avec regard S, était, déjà avant la construction du Jura-Neuchâtelois, la plus considérable par le nombre des foyers. Ceci vu et noté, le citoyen de Dombresson qui sent battre en sa poitrine un cœur de patriote fera remarquer que le Val-de-Ruz est une Suisse en miniature; comme lui, le plateau helvétique que circonscrivent les Alpes et le Jura, est bordé de deux lignes le long desquelles se groupent les centres de population; l'une d'elle suit le pied du Jura avec Yverdon, Neuchâtel, Bienne, Soleure, Olten, Aarau; l'autre à l'opposé, appuyée contre les Alpes avec Vevey, Thoune, Lucerne, Zoug et Saint-Gall. Enfin, pour que la similitude soit plus complète, une ligne axale que jalonnent Genève, Lausanne, Fribourg, Berne, Berthoud, Zurich, Winterthour, Frauenfeld et Constance. Pour achever sa démonstration patriotique, le fier « bourdon » ajoutera que le Val-de-Ruz compte vingt-deux villages. Mais ici surgit une difficulté: l'un d'eux se dérobe obstinément à la vue; c'est Valangin et ce n'est pas le moindre, n'en déplaise au chef-lieu, perché, lui, en un lieu exposé à tous les regards.

Si Dombresson recevait en ce jour la *Société d'histoire*, j'en appellerais pour confirmer ce jugement au témoignage de Claude d'Arberg et de Guillemette de Vergy, et les dignes époux se lèveraient de la froide couche qu'on leur a dressée dans la collégiale de Valangin et ils viendraient proclamer ici la gloire du vieux bourg. Puisque c'est la *Société des sciences naturelles* et ses amis qui sont assemblés dans ce local, j'ouvrirai le livre de la nature à la page « Valangien » et c'est lui qui revendiquera une part d'honneur pour l'humble localité.

Pour comprendre le langage de ce livre, une rapide initiation est nécessaire à quelques-uns. La planète qui nous hospite enveloppe son centre mystérieux d'une couverture épaisse faite de matériaux divers qu'on appelle d'un mot savant la lithosphère, ou encore d'un vocable plus démocratique, l'écorce terrestre, soit enfin d'une dénomination irrévérentieuse ramassée dans les reliefs d'un banquet ou à la surface d'une peau malade, « la croûte terrestre ». Cette enveloppe solide mérite l'attention à divers égards ; le promeneur qui traverse la gorge du Seyon en voit une coupe superficielle lui borner à gauche et à droite l'horizon ; s'il passe en indifférent devant ces parois rocheuses, tant pis pour lui, il pourra fumer un londrès impérial ou conduire une conversation captivante, il ne se promène pas moins comme un paquet de sottises. Si, au contraire, il examine d'un œil et surtout avec un esprit curieux ces puissantes assises rocheuses et qu'il les interroge sur leur provenance, un monde s'ouvre à ses regards. Ces rochers ne sont pas tombés de la lune ; ils se sont encore moins faits tout seuls... frappez-les d'un coup de marteau, et l'éclat qu'ils abandonneront à vos mains vous montrera peut-être, dans sa pâte, les lignes d'une figure semblable à telle ou telle coquille que vous aurez ramassée sur la grève de nos océans. Cette empreinte énigmatique est la réponse du rocher. « J'étais boue, dit-il, le temps et la compression m'ont fait rocher. Fils de la mer, j'ai été porté en son sein, puis déposé sur son fond comme une vase dans laquelle elle a enfoui la dépouille des êtres vivants que nourrissaient ses eaux. Ces restes pétrifiés sont mon extrait de naissance, je viens de temps éloignés

dans lesquels l'océan immense remplaçait au soleil de juin ces verts vallons et ces forêts ombreuses où aujourd'hui s'agite et meurt l'homme éphémère.» Ainsi parlerait le rocher, et la pluie qui le mouille, et le vent qui le caresse, et le torrent qui le creuse ajouteraient : « Tu es rocher, je te ferai boue et te porterai à la mer pour qu'elle prépare avec ton limon le sol des terres futures. » Le va et vient des mers à la surface de notre planète a laissé cette vase durcie témoin de leur mobilité, puis les spasmes de la sphère en mal de contraction ont soulevé en vagues de pierre ces anciens fonds de mers devenus continent par leur émergence.

D'autres ouvriers ont travaillé encore à construire ce plancher qui résonne sous notre talon ; le feu a mêlé ses produits à ceux de l'eau, son ennemie ; la vie aussi a édifié des assises inébranlables, telles les roches madréporiques. La mort elle-même, par l'entassement de dépouilles agglutinées, a consolidé le sol qui porte les vivants. Avec le concours des siècles, ces laborieux ouvriers ont enveloppé la terre d'un revêtement épais de 20 km. environ.

Pour faciliter l'étude de ces couches superposées, les géologues les ont subdivisées en groupes conventionnels et leur ont donné à chacune un nom, de sorte que chacune a son extrait de naissance libellé en due forme. Cependant le baptême et l'inscription au registre ne vont pas sans quelques difficultés, c'est ce que prouve surabondamment l'entrée de Valangin dans la compagnie auguste des parrains et marraines.

Il m'échoit aujourd'hui la tâche de vous raconter l'histoire de ces tribulations ou comment un modeste village neuchâtelois eut l'honneur de donner son nom



à l'une des immortelles pages du livre de pierre dans lequel sont inscrites les annales de la création.

Dans les années 1825 à 1835, Auguste de Montmollin, géologue et châtelain de la Borcarderie, soupçonnait que les roches jaunes sur lesquelles et desquelles Neuchâtel est bâti devaient appartenir à une autre époque que celle pendant laquelle se constituèrent les roches gris-bleu qui forment la voûte de Chaumont. Un géologue est généralement un homme sérieux, il n'a pas la simplicité d'un membre de comité électoral qui croit que la couleur fait l'homme. Montmollin avait recueilli dans les roches jaunes et leurs horizons marneux de nombreux fossiles absolument étrangers à ceux qu'empâtent les calcaires gris-bleu. Il en conclut avec raison à une séparation de ces dépôts dans le temps. Les calcaires gris-bleu avaient un nom, on les appelait calcaires jurassiques, ce nom ne convenait dès lors plus aux roches jaunes, il fallait leur en trouver un qui leur conférât la personnalité civile dans le tableau synoptique des âges géologiques. Montmollin proposa celui de néocomien, du nom latin de Neuchâtel. Il y eut bien quelques résistances; cependant l'année suivante, en 1836, grâce à Thurmann, la Société géologique de France, réunie à Besançon, consacrait définitivement cette dénomination. Le néocomien du Jura, longtemps confondu avec les dépôts sous-jacents, se séparait d'eux; il était définitivement inscrit au registre.

Une question se posait maintenant: Quelle est la valeur de ce terrain, où commence-t-il? où finit-il? La discussion fut longue et vive, les géologues sont tenaces comme la pierre sur laquelle ils travaillent; ils ont en outre l'habitude du marteau, ils savent

taper fort. Les uns fixaient un point de départ, d'autres le contestaient, il en était de même pour le point d'arrivée ; bref, le malheureux était étendu sur le lit de Procuste, un naturaliste lui coupait la tête, un autre lui amputait les pieds, tous le disséquaient à l'envi. Il était vraiment fort à mal, ce qui fit dire à Marcou qu'on l'a tondu par la tête et par le pied et qu'il ne lui reste rien. Ces discussions eurent cependant leur utilité, elles provoquèrent de nombreuses enquêtes sur le terrain. Pendant ce temps des années s'écoulaient, de tous côtés on fouille le Jura, soumettant le néocomien qui y est inclus à une étude serrée, tant au point de vue pétrographique que paléontologique. Le résultat de cette activité ne se fit pas attendre : coup sur coup, on découvrait à Metabief, en France, à Douanne, sur Berne, et ailleurs encore, une énigmatique couche de terrain fortement ferrugineux qu'on apercevait située à la base du néocomien, et dans cette couche on mettait au jour des fossiles sans aucune parenté avec ceux récoltés dans le néocomien ni avec ceux fournis par les calcaires jurassiques. Cette couche semblait donc isolée entre les 2 susdites formations, tant par sa composition lithique que par ses fossiles ; ceux-ci étaient le *Pigurus rostratus*, l'*Hemicidaris patella*, le *Peltastes stellulatus*, l'*Echinus fallax* et le *Nucleolites Renaudi*. Que penser de l'apparition de ces étrangers intrus ? Agassiz pensa, lui, qu'ils devaient être néocomiens, que si jusqu'alors on ne les avait pas encore trouvés dans les parties explorées de ce terrain, c'est qu'on avait mal cherché, qu'on arriverait à les y amener au jour. Cette hypothèse avait le tort, quoique vraisemblable, d'être hâtive et de considérer comme résolu un pro-

blème qui venait de se poser. Donc Agassiz attendit. Le Dr Campiche, de Sainte-Croix, ne lui laissa pas le temps de perdre patience, il eut l'heur de découvrir à l'Auberson une magnifique coupe des calcaires jaunes de Neuchâtel et l'étude qu'il en fit l'amena à la conviction qu'ils se subdivisaient en trois niveaux distincts : 1^o le Néocomien supérieur, aujourd'hui appelé Urgonien ; 2^o le Néocomien moyen, appelé Hauterivien, et 3^o le Néocomien inférieur, devenu depuis le Valangien des géologues suisses. Du coup Campiche fixait les limites définitives des dépôts observés par Montmollin et baptisés par lui le Néocomien. Restait à confirmer ces conclusions d'ordre stratigraphique par la vérification paléontologique. Ce fut Desor qui s'y employa : comme il examinait les riches collections du docteur, décrites par Pictet, il reconnut dans les fossiles provenant de la division inférieure du terrain les fossiles qui avaient exercé la sagacité des géologues et dont nous avons vu qu'Agassiz proposait de résoudre l'énigmatique présence par l'attente. Sur ces entrefaites, Escher de la Linth communiquait la découverte qu'il venait de faire au Sentis, du *Pygurus rostratus* abondant, au sein d'assises visiblement inférieures au Néocomien.

Le fait décisif était intervenu, il devenait évident que les couches d'où étaient extraits ces fossiles n'appartenaient pas plus au terrain néocomien qu'au jurassique. En conséquence, Desor leur chercha un nom et proposa celui de Valanginien, qu'il simplifia plus tard en Valangien, justifiant ce choix par le fait que le village de ce nom en présente une belle coupe.

En 1855, après vingt ans d'études, lors de la ses-

sion de la Société helvétique des sciences naturelles à La Chaux-de-Fonds, le président, Célestin Nicolet, dont les recherches personnelles avaient contribué à élucider le problème, lança dans le monde savant le nom nouveau et la chose qu'il recouvrait.

Dire que l'accueil fut cordial, ce serait faire les hommes meilleurs qu'ils ne sont; le fait est que le terrain valangien fut passablement bousculé, on lui fit comprendre qu'on a toujours tort d'être un nouveau venu. L'an suivant 1856, Pillet ouvrait les feux. « J'ai eu, écrit-il, l'occasion de voir tout près de Valangin le nouvel étage que d'estimables géologues voudraient constituer et baptiser du nom de Valangien... » L'auteur se livre ensuite à une critique serrée de la prétection qu'il signale, tout en se montrant très aimable à l'égard des géologues suisses; puis il achève en ces termes : « Le principe de toute bonne dénomination géologique c'est qu'elle doit être déduite de la localité où le terrain contient le plus de fossiles caractéristiques. Or à Valangin le Néocomien inférieur est très peu développé et surtout très peu fossilifère; ce n'est pas là qu'on trouvera ce type net et inépuisable où chacun pourra venir étudier le terrain et apprendre à le distinguer de tous les autres. » Pillet avait jeté le gant, un jeune géologue neuchâtelois, Georges de Tribolet, le releva d'un geste élégant et conclut par une solide réfutation au bien fondé du nom proposé.

Le Valangien n'échappait à Charybde que pour tomber dans Scylla. Jaccard, ô douleur ! Jaccard, le géologue jurassien, le géologue neuchâtelois, garda à l'égard de la convenance du nom nouveau de Conrard le silence prudent et affecta un superbe dédain. Il

n'en sortit qu'en 1870, mais pour reproduire une méchante boutade de Marcou. Je vous la cite en entier pour vous donner un aperçu des aménités dont est capable un géologue atrabilaire. « Le mot Valangien est une expression mal choisie, dans tous les sens ; d'abord, au hameau de ce nom, ce groupe n'y est pas complet par suite de dislocations, les fossiles (toujours le même reproche) y sont rares, puis cette dénomination est d'un ridicule un peu trop voisin de la niaiserie. On dit, en Suisse, un bourgeois de Valangin dans le même sens qu'en France on dit un bourgeois de Carpentras ou de Quimper-Carentin. Le comte de Valangin correspond assez exactement quoique en diminutif au roi d'Yvetot de Bérenger. »

Ce langage est un peu vif, vous l'avouerez, il a en outre le grand tort de manquer de cette réserve qu'un savant doit toujours observer dans l'énoncé de ses jugements sur ses confrères. Dans le cas particulier il était doublement imprudent, car Marcou donnait aux autres la leçon qu'il méritait lui-même, jugez plutôt. Jadis un géologue du nom d'Archiac avait risqué cette accusation : M. Thirria a décrit sous le nom de terrain Jura-crétacé un ensemble de couches qui recevait dans le même temps d'un géologue suisse, — il s'agit de Thurmann, — le nom de terrain néocomien, *nom impropre* comme toute désignation locale établie sur une connaissance incomplète des faits, et Marcou donnait à son confrère surpris en flagrant délit de légèreté, cette volée de bois vert. Le savant historien aurait dû ajouter que cette « connaissance incomplète des faits » provenait de lui-même et nullement de Thurmann, et que si cette « désignation locale » de « terrain néocomien » était devenue *impropre*, grâce

à l'interprétation fausse que ces savants en ont faite, le meilleur moyen de lui rendre sa valeur réelle était de venir étudier cette formation à Neuchâtel. Très bien M. Marcou, mais tournez maintenant contre vous cette verge vengeresse.

Aujourd'hui il est prouvé contre vos assertions, jetées de très loin, de trop loin, que Valangin possède non seulement la série complète du Valangien, en deux niveaux bien définis, mais en outre une riche faune, à tel point qu'il deviendra de plus en plus ce type que réclame M. Pillet, passible lui aussi d'une correction réfrigérante, type net et inépuisable où chacun pourra venir étudier le terrain et apprendre à le distinguer des autres. Un peu de patience et quelques coups de marteau appliqués au bon endroit ont suffi à réduire à néant des suppositions aussi hâtivement formulées qu'insuffisamment vérifiées.

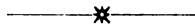
Le voyageur qui remonte la gorge du Seyon rencontre à sa sortie sur Valangin des assises redressées et convulsées d'un calcaire compact blanc-rose, qui forme un éperon à l'intersection de la vieille et de la nouvelle route. Ces calcaires sont le Marbre bâtard du Valangien inférieur, ils occupent le niveau médian de la formation; au-dessous d'eux, vers l'intérieur de la gorge, se développent des dépôts marno-calcaires en partie recouverts par des matériaux morainiques et détritiques; au-dessus s'échelonnent le long de la route des calcaires jaune-rouge dans lesquels est taillé l'emplacement du hangar du tram. Pour bien observer cet étage, il faut se transporter sur la rive droite du Seyon; là on peut le suivre d'un bout à l'autre de son développement, depuis les marnes hautes jusqu'aux dépôts lacustres du Purbeckien

qui le séparent de la formation jurassique. Il occupe un espace linéaire de 56 m. environ et contient un horizon fossilifère qui a livré jusqu'à présent plus de cent espèces animales pétrifiées.

Voilà Valangin vengé, par les faits, du rôle ridicule de nourrice sèche qu'on a voulu lui faire jouer.

La réhabilitation n'a pas été sans susciter un incident comique que je citerai pour finir. Le propriétaire du terrain sur lequel s'opéraient les fouilles était un alcoolique; il voulut bien prendre celui qui les faisaient pour un prospecteur et de ce fait lui accorda une attention sympathique que celui-ci n'avait pas sollicitée. Elle lui fut révélée, un beau jour, d'une manière touchante, par une citation à comparaître devant le juge de paix. Il ne s'agissait, en effet, de rien moins que d'obliger le chercheur d'or dissimulé à rendre gorge en partageant les trésors dont il s'appropriait sans bruit d'importantes réserves dans son mouchoir de poche. Le juge de paix d'alors, M. Frédéric Soguel, homme à l'esprit largement ouvert, sut épargner à l'inculpé un ennui, et à son accusateur une mortification en arrangeant l'affaire sans le concours de la justice. Tout est bien qui finit bien. Voilà, Mesdames et Messieurs, comment à coups de marteau la couronne de l'humble bourg neuchâtelois s'est enrichie d'une pierre précieuse, le titre de par-rain d'un étage géologique.

Valangin n'en est pas plus riche à coup sûr, il en est plus fier, et ce n'est que justice.



Séances des 11 décembre 1903 et 8 janvier 1904

LEIBNIZ ET BOURGUET

CORRESPONDANCE SCIENTIFIQUE ET PHILOSOPHIQUE (1707-1716)

PAR L. ISELY, PROF.

Ce furent des questions purement paléographiques qui mirent Leibniz et Bourguet en rapport épistolaire. Plusieurs années durant, le savant neuchâtelois avait nourri l'espoir de publier une *Histoire critique de l'origine des lettres*. Il entreprit à cet effet de nombreux voyages à l'étranger, notamment en Italie, où il eut l'occasion de se familiariser avec l'alphabet étrusque, dont il montra, un des premiers, l'analogie avec un très ancien alphabet grec. Il est regrettable que la publication de la *Paleographia græca* de Montfaucon, en 1708, l'ait fait renoncer à son projet.

Leibniz était en correspondance avec le P. Joachim Bouvet, l'un des six missionnaires mathématiciens que Louis XIV envoya en Chine, en 1685, autant dans les intérêts de la science que dans ceux de la religion. Le 4 novembre 1701, il reçut de ce dernier une lettre, dans laquelle ce missionnaire lui mandait la conformité qu'il croyait avoir constatée entre l'Arithmétique binaire, que venait d'imaginer le philosophe allemand, et les *Koua* ou figures symboliques qui forment la base plus ou moins intelligible des connaissances mathématiques chinoises. Leibniz fit insérer un fragment de cette lettre, qui traitait, en outre, de certaines particularités de l'alphabet chinois, dans le

Journal de Trévoux de 1704. Bourguet, que cet écrit avait intéressé au plus haut point, profita de l'occasion pour entrer en relation avec Bouvet. Il le fit en 1707 : mais avant d'expédier sa missive, fort étendue, à son destinataire, il l'adressa au chapelain de la cour Jablonski, à Berlin, avec lequel il correspondait depuis 1706, en le priant de la communiquer à Leibniz. Celui-ci y répondit par un long mémoire rédigé en latin, non daté, dont Bourguet n'eut connaissance qu'en 1709. Telle fut l'origine de la correspondance entre ces deux savants. La première lettre de Bourguet, en latin également, porte la date du 7 juin 1709 (*Dab. Neocomi d. 7 Junii 1709*). Cette correspondance, malheureusement trop ignorée chez nous, ne prit fin que sur une lettre de Leibniz du 2 juillet 1716, quatre mois et demi à peine avant la mort de cet esprit génial. Outre le mémoire cité précédemment, elle comprend vingt-quatre lettres retrouvées jusqu'ici : treize sont de Leibniz, les onze autres de Bourguet. Louis Dutens publia les premières dans ses *Leibnizii opera omnia*, 6 vol. in-4^o, Genève 1769. Six de celles de Bourguet sont reproduites, en tout ou en partie, dans le tome III des *Philosophische Schriften von G.-W. Leibniz*, par Gerhardt, d'après les originaux conservés à la Bibliothèque royale de Hanovre. Des cinq restantes, trois sont mentionnées dans ce dernier ouvrage, mais n'y sont pas imprimées : deux, écrites à Venise, le 15 mai et le 23 septembre 1713 ; la troisième, datée de Morges, le 16 mars 1716. Quant aux deux autres, que Gerhardt regardait comme perdues, elles ont été récemment découvertes par M. le Dr Bode-mann, directeur de la Bibliothèque de Hanovre, qui nous en a très obligeamment transmis la copie. Toutes

deux proviennent de Venise, l'une à la date du 15 avril 1715, l'autre à celle du 6 juin de la même année. La première comprend huit, la seconde trois pages in-4^o.

De cette correspondance mi-scientifique, mi-philosophique, nous nous bornerons aujourd'hui à détacher les passages les plus saillants et qui nous ont paru le plus propres à intéresser MM. les membres de la Société des sciences naturelles.

Commençons par les mathématiques.

Dans un *post-scriptum*, ajouté à sa lettre du mois de décembre 1714 (Hanovre), Leibniz s'exprime ainsi :

« Le discours Analytique de votre ami sur la maniere de separer les inconnues (nous dirions aujourd'hui les variables) dans les Equations differentielles, me paroist ingenieux, et ses meditations meritent d'être cultivées et éclaircies plus amplement. Je compare ces sortes de Methodes avec les differens tours d'adresse dont on se sert dans le Calcul de Diophante, quand il s'agit de resoudre les Equations en nombres rationaux. Je ne say si c'est Monsieur Zendrini ou quelqu'autre ami que vous avés en Italie. Quel qu'il soit, il paroist capable de donner quelque chose de considerable, et je vous supplie, Monsieur, de l'exhorter à poursuivre. Cependant il faut que je dise qu'il y a des separations des inconnues dans les differentielles, qui ne suffisent point pour en tirer les quadratures, quoy-qu'on ait coutume de prendre l'un pour l'autre. »

Ce n'est pas de Zendrini qu'il s'agissait, mais bien du comte de Riccati, dont une équation différentielle, devenue classique, porte le nom. Rappelons, à ce propos, qu'au début du XVIII^{me} siècle, alors qu'en France

les patients efforts d'un marquis de l'Hospital pour introduire dans son pays les principes du Calcul infinitésimal étaient tournés en ridicule, l'Italie comptait toute une pléiade d'adeptes de Leibniz et de Newton, zélés propagateurs des doctrines de ces deux génies dans la péninsule. Parmi eux, il convient de citer en première ligne Fagnano, Riccati et Zembrini. Considéré comme un des plus habiles géomètres de son temps, Fagnano (1682-1766) partagea avec Jacques et Jean Bernoulli la gloire d'avoir appelé l'attention du monde savant sur la théorie des fonctions elliptiques (1716). Ses recherches sur la rectification de la lemniscate sont demeurées célèbres. Elles servirent de base aux travaux ultérieurs d'Euler sur les transcendentes elliptiques. Riccati (1676-1754) parvint à intégrer, indépendamment de celle qui porte son nom, un certain nombre d'équations différentielles, c'est-à-dire à ramener le calcul de leur solution générale à celui d'une ou de plusieurs quadratures. Zembrini (1679-1747) fut un des premiers à faire connaître en Italie les immortelles conceptions de Descartes, de Leibniz et de Newton. Grâce à lui, l'hydraulique fit des progrès considérables, qui le classèrent parmi les ingénieurs les plus distingués de cette époque.

C'est dans la dernière partie de sa lettre du 15 avril 1715, retrouvée et cataloguée comme déjà dit par M. le Dr Bodemann, que Bourguet apprend à Leibniz que le mathématicien visé par lui n'était pas Zembrini, mais bel et bien le comte de Riccati lui-même. « Les essais analytiques que vous avez daigné approuver sont de M. le comte Jaques Riccati, qui a donné au public dans le 19^{me} tome du Journal d'ici une défense (*sic*) de M. Herman contre M. Jean Bernoulli à

l'égard de l'explication du problème inverse des forces centrales en raison reciproque des quarrés des distances, que M. Herman avoit fait inserer dans le tome second du même Journal. Je viens d'apprendre qu'on aura une reponse dans le 20^{me} tome, qui est actuellement sous la presse. Cette reponse est de M. Nicolo Bernoulli, mais elle ne regarde que quelques formalitez et ne considere si ce n'est la question : Si la solution du cas particulier vaut mieux que quelque solution generale, comme l'a pretendu M. Riccati. Ce dernier vous assure de son respect, de même que M. Zindrini, et voici en propres termes ce qu'on a repondu à l'obligeant paragraphe que vous avez inseré dans votre lettre. (Suivent quelques lignes en italien qui traitent de la separation des variables au point de vue de la recherche des quadratures.) Voilà, Monsieur, une question qu'il vous sera très facile de resoudre. M. Zendrini a decouvert la ligne de corrosion que font les fleuves, et sa dissertation est toute prête, mais on l'a laissée pour un autre tome du Journal, à cause de la reponse de M. Bernoulli, qu'on a voulu mettre dans le tome qui va paroître. C'est un grand malheur pour l'Italie qu'il n'y ait point de Mecene. Les lettres y fleuriroient autant qu'ailleurs,...

Le 3 mai suivant, Leibniz, ayant appris que son correspondant se disposait à quitter l'Italie pour retourner à Neuchâtel, le prie « de faire quelque emplette literaire » pour lui. Puis, il ajoute : « Je veux aussi satisfaire d'abord à la question de M. le comte Riccati, si je l'ay bien entendue, et si je me suis bien expliqué dans ma precedente. Voyant qu'il parloit comme quelques autres, qui s'expliquent comme si la separation des inconnues suffisoit tousjours pour

reduire les equations differentielles aux quadratures, j'ay été bien aise de remarquer qu'il y a beaucoup de cas où elle ne suffit point. On en paroist surpris. C'est pourquoy je le montreray par quelques exemples. Il est vray que cela ne sauroit arriver dans les differentielles du premier degré, mais il peut arriver dans les autres. Par exemple, soit ddx constante et

$$\frac{ddy}{ddx} = \frac{xx ddx - a dxdx}{aa ddx - x dxdx},$$

l'inconnue y s'y trouve evolue et separée, car la valeur de sa seconde difference se trouve, sans qu'il y entre aucune fonction de cette même inconnue, et seulement par x et ses fonctions avec la constante. Cependant, on n'est pas encor parvenu pour cela à la quadrature, quoyqu'on soit parvenu à la separation des inconnues. Il en seroit de même si, supposant que dx soit constante, il y avoit

$$\frac{y ddx}{dxdx} = \frac{x + a}{x - a},$$

ce qui est encor plus simple par rapport à x . Quant à la reduction des differentielles aux quadratures, je crois qu'il y aura moyen de parvenir à des voyes plus generales. »

Bourguet répond le 6 du mois suivant. Comme nous l'avons déjà dit, Gerhardt tient cette lettre, assez sommaire du reste, pour égarée. Il y revient, en passant, sur la question des quadratures, qui parait l'intéresser au plus haut point. « Ce qu'il vous a plu inserer dans votre lettre sur les separations des inconnues a été fort goûté par M. Zandrini, et je croi qu'il en aura été de même de M. le comte Riccato, qui

ordinairement reside à Treviso son castel. Il est apparemment occupé à repondre à M. Nicolao Bernoulli sur le differend dont j'ai eu l'honneur de vous parler dans ma precedente. Ces matieres, au reste, me plaisent infiniment, quoique je ne me sente pas encor capable d'en goûter toutes les beautez. Mais si Dieu me donne vie, de la santé et du loisir, j'espere d'y employer une bonne partie de mon tems. »

Ce dernier passage nous montre que, guidé par les conseils éclairés de son ami Hermann¹, alors à Padoue (1713), Bourguet s'était résolument mis à l'étude des sciences exactes. Les connaissances qu'il acquit de la sorte, notamment dans le domaine du Calcul infini-tésimal et de la Mécanique, le désignèrent au choix des Conseils de la Bourgeoisie de Neuchâtel qui, en 1731, le nommèrent professeur de philosophie et de mathématiques en cette ville.

Chacun sait la polémique violente, parfois acerbe, qui s'engagea un demi-siècle durant entre Leibniz et Newton, et leurs disciples respectifs, sur la question de priorité dans la découverte du Calcul différentiel ou des fluxions. Suscitée et avivée par une allégation malveillante et mensongère de Fatio de Duillier (1699), cette querelle, regrettable à tous égards, passa par des phases diverses. Bourguet, dans une lettre écrite à Venise au mois d'octobre 1715, prend carrément le parti de Leibniz. « Je n'ai rien à dire sur le sujet des Mathematiciens anglois, que je crois qu'ils ont tort dans le procez qu'ils vous ont intenté. Je sais de

¹ Les lettres de Jacques Hermann à Bourguet, conservées à la Bibliothèque de Neuchâtel, sont au nombre d'une cinquantaine (1708-33). Nous reviendrons, dans une communication ultérieure, sur cette très intéressante correspondance.

bonne part que M. Newton'en est ravi. Il fait voir une de vos lettres, qu'on prétend être décisive en sa faveur. Je soupçonne que votre modestie extrême aura causé ce malentendu. L'on desire ici ardemment que vous donniez enfin au public votre Science dynamique, qui est asseurement la clef de la Geométrie la plus sublime, tout comme de la Philosophie la plus certaine. »

Leibniz, quelque peu aigri par les attaques injustes des géomètres anglais à son endroit, ne put se maîtriser davantage, et saisit l'occasion qui s'offrit à lui, au début de 1716, pour les traiter avec le dédain qu'ils méritaient. L'ouvrage, auquel Hermann consacra tant d'années de labeur, venait de paraître à Amsterdam, sous le titre explicite de : *De phoronomia, sive de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum*. « Le livre de Mons. Herman a paru. Il flatte un peu trop certains Anglois ; mais ces gens n'en sont pas plus traitables pour cela, et voudroient passer pour être les seuls capables de faire quelque chose de bon sur ces matieres. » — Le 20 avril de la même année, Leibniz ajoute : « Je viens de recevoir l'honneur de votre lettre, avec l'incluse pour Mr. Herman, que je lui enverray d'abord. Il me semble qu'on flatte un peu trop Mr. Newton et les Anglois dans son livre. Au reste, il y a de fort bonnes choses. »

Leibniz a été, comme on sait, l'un des principaux créateurs de la théorie moderne des séries infinies ; un des premiers, il s'occupa de leur convergence. Une d'elles porte même son nom, bien qu'elle eût été antérieurement indiquée par l'Ecossais Gregory ; celle qui donne le développement de la fonction circulaire inverse ou cyclométrique *arctgx*, savoir :

$$\arctg x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \dots$$

Cette série converge pour toutes les valeurs du module x inférieures ou égales à l'unité. Pour $x = 1$, on obtient l'expression :

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \dots$$

que sa convergence trop lente prête peu à la détermination pratique de π .

Dans ses lettres à Bourguet, Leibniz parle incidemment des séries à deux reprises. Le 3 mai 1715, il s'exprime ainsi : « Je vous supplie, Monsieur, de remercier M. le Comte Riccati et M. Zendrini de la bonté qu'ils temoignent pour moy. Je voudrois leur pouvoir être utile en quelque chose. Cependant, je souhaite qu'ils continuent d'introduire en Italie les sciences profondes. Je ne say s'ils ont vu ce que j'ay remarqué sur la question si $1 - 1 + 1 - 1 + \dots$ à l'infini est égal à $\frac{1}{2}$, comme le R. P. Grandi a avancé,

et en quelque façon avec raison. Car $\frac{1}{1+x}$ est $1 - x + xx - x^3 + x^4 - x^5$, etc., et lorsque la lettre x vaut 1, il vient $\frac{1}{1+1} = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = \frac{1}{2}$.

Cependant, il semble que c'est une absurdité manifeste. C'est dans les *Actes de Leipzig* que je crois avoir donné le denouement de cet (*sic*) enigme de la science de l'infini. Je suis avec passion, etc. »

Cette série, que certains auteurs rangent à tort

$\left(\frac{2}{36} \text{ et } \frac{1}{36}\right)$. Par contre, il est exact de dire que la probabilité de tourner 7 points, la plus grande de toutes, vaut le triple de celle d'en amener 11 $\left(\frac{6}{36} \text{ et } \frac{2}{36}\right)$.

Même dans les choses les plus simples, un grand esprit peut faillir.

Les questions astronomiques ne laissèrent pas non plus indifférents nos deux savants. Dans le second alinéa du *post-scriptum*, adjoint à sa lettre du 16 mars 1716, Bourguet commence par souhaiter que l'ouvrage de J. Hermann sur le mouvement des corps « contienne la clef mécanique du mouvement des planètes, surtout pour expliquer ceux de la lune ». Puis, il ajoute : « J'observai cet astre l'année dernière avec un telescope d'environ vingt pieds de long, que Mr. Cristino Martinelli N. V. m'avoit prêté, et je decouvris que la lune tournoit autour de son axe d'une manière fort lente qui ne s'acheve que dans un mois. Et je croi qu'en joignant son mouvement avec celui de la terre, l'on pourroit expliquer toutes ces apparences bizarres. Mr. Newton suppose le même mouvement, mais je ne sai s'il l'a decouvert par des observations astronomiques. Je m'etonne qu'on ait été tant de tems à decouvrir le mouvement de cette planète sur son axe, et que ni Hevelius, ni Mr. Hugen, ni Mr. Cassini et d'autres habiles astronomes n'y ayent point pris garde. Cependant j'appren que c'est aujourd'hui une vérité communement reçue en Angleterre. Mr. le Marquis Poleni la confirma dans son traité « *De dasticibus cœlestibus* », imprimé à Padoue, où il est Professeur en philosophie et astronomie. Un nouvel auteur Anglois, qui a fait un livre

sur les principes philosophiques de la religion naturelle : pose ce fait comme très-certain. »

Dans les passages suivants, empruntés à ses lettres : des 3 et 20 avril et du 2 juillet de la même année (1716), Leibniz confesse l'incertitude où on était alors concernant les multiples mouvements de notre satellite. « Mr. Hobbes a déjà eu la pensée que la Lune tournoit à l'entour de son axe. Il faut joindre les raisonnemens aux observations. Mr. Flamsteed, grand observateur Anglois, m'a fait savoir qu'il n'est pas encor d'accord avec Mr. Newton en bien des choses. Si le mouvement de la lune étoit assés connu, nous aurions déjà les longitudes en Mer..... »

« La deviation des planetes de la Ligne Elliptique ne peut venir apparemment que de l'operation des planetes entre elles, ou de la resistance du milieu. Pour en juger, il faudroit joindre les observations avec le calcul¹. Le plus utile seroit de regler le cours de la Lune, après avoir bien réglé celui de la Terre. Mr. Flamsteed pretend que Mr. Newton n'a pas assés employé les observations. Mr. Zandrini ne m'a rien marqué du dessein de M. le Comte Riccati sur les planetes. Je souhaite qu'il joigne les observations aux raisonnemens... »

« Les observations Astronomiques les plus utiles pour à present, seroient celles qui serviroient à regler le cours de la Lune, que nous ne connoissons pas encor avec assés de precision..... »

On voit que, malgré les immortelles découvertes de Newton, la théorie de la Lune était encore bien imparfaite au début du XVIII^{me} siècle. Il fallut toute

¹ En lisant ces lignes, on songe involontairement à la sublime découverte de Neptune par Leverrier, en 1846.

la sagacité des Euler, des Clairaut, des Lagrange, des Laplace et des Gauss pour asseoir sur des bases rationnelles et durables cet important chapitre de la Mécanique céleste. De nos jours encore, l'attention des astronomes et des géomètres se fixe volontiers sur les particularités inhérentes aux divers mouvements de notre satellite.

D'une activité dévorante, le créateur du Calcul différentiel et de la Théorie des déterminants manifesta un goût très vif pour les sciences naturelles. Partisan convaincu de la loi de continuité dans le règne de la Nature, il insère dans une lettre, datée du 5 août 1715, ce passage caractéristique : « Nous ne saurions dire en quoy consiste la perception des plantes, et nous ne concevons pas bien même celle des animaux. Cependant il suffit qu'il y ait une variété dans l'unité, pour qu'il y ait une perception ; et il suffit qu'il y ait une tendance à de nouvelles perceptions, pour qu'il y ait de l'appetit, selon le sens general que je donne à ces mots. M. Swammerdam a donné des observations, qui font voir que les insectes approchent des plantes du côté des organes de la respiration, et qu'il y a un certain ordre dans la nature qui descend des animaux aux plantes. Mais il y a peutetre des etres entre deux. »

La découverte des spermatozoïdes, vers 1677, faisait grand bruit à cette époque. Le savant hollandais Leuwenhoek, qui en avait fait le principal objet de ses recherches, les assimilait aux animaux et leur attribuait même une organisation intérieure. On sait aujourd'hui que ce sont des filaments homogènes de protoplasma pourvus de cils vibratiles, donnant, tant que leurs mouvements durent, au sperme des ani-

maux supérieurs sa propriété fécondante. Ce facteur important de la génération occupe une large place dans la correspondance de Leibniz et Bourguet.

Le 22 mars 1714, avant de parler de « l'art de conjecturer », Leibniz écrit ceci : « Je souhaite fort qu'on puisse approfondir davantage le grand point de la génération des Animaux, qui doit avoir de l'analogie avec celle des plantes. Mons. Camérarius, de Tubingue, a crû que la graine y étoit comme l'ovaire, et le pollen (quoyque dans la même plante) comme le sperme du mâle. Mais quand cela seroit vrai, la question resteroit toujours, si la base de la transformation ou le vivant preformé est dans l'ovaire, suivant Mr. Vallisnieri, ou dans le sperme, suivant Mr. Leeuwenhoek. Car je tiens qu'il faut toujours un vivant preformé, soit plante, soit animal, qui soit la base de la transformation, et que la même Monade dominante y soit : personne n'est plus propre à éclaircir ce doute que Mr. Vallisnieri, et je souhaite extrêmement de voir bientôt sa dissertation. »

Le 11 juillet de la même année, Leibniz revient sur le même thème. « Je serois fort curieux d'apprendre un jour ce que Mr. Vallisnieri a à objecter à Mr. Leeuwenhoek sur la génération des animaux, et je souhaiterois fort que cela parût pendant que Mr. Leeuwenhoek est encore en vie, et je ne doute point que Mr. Vallisnieri ne le traite fort honnetement et n'approuve et loue sa diligence et son industrie, jointe à un jugement qui ne paroît point à mépriser. Je ne say si ces animaux qui se trouvent dans les semences des grands animaux font la fonction que Mr. Leeuwenhoek leur attribue, mais je crois que si ceux-là ne la font point, il y en a d'autres invisibles

qui font quelque effect approchant, puisqu'il semble qu'on ne sauroit éviter un animal préexistant.»

Au mois de décembre 1714, Leibniz, étant à Hanovre, félicite Bourguet d'une hypothèse assez hardie qu'il avait émise sur les développements dans la nature. « Tous les hommes, avait dit celui-ci (15 mai 1713), ont existé en Adam, et cette maniere d'exister a passé par differens changements pendant le cours des siècles jusqu'au developpement sensible, qui a son premier periode à la conception, et son dernier à la naissance. La vie de l'homme, des animaux et des plantes même n'est qu'une continuation du même developpement. On peut dire aussi que tout l'univers existe de cette maniere, parce que tous les mouvements ne pouvant point exister à la fois, les uns produisent les autres par une suite établie au premier instant de leur creation ; et que tout ce qui sera jamais, est renfermé dans ce qui existe aujourd'hui. C'est là une des consequences que je tire de vôtres « système de l'Harmonie préétablie », qui est le vrai système des choses et qui nous les fait appercevoir dans toute leur beauté. » Leibniz approuve, puis ajoute : « Les animaux humains seminaux, qui ne parviendront jamais au developpement de la raison, ne l'ont pas non plus enveloppée. » Cette assertion ne satisfait Bourguet qu'à moitié. « Je ne comprend pas bien pourquoi vous croyez que les animaux seminaux, qui ne viennent pas au developpement n'enveloppent point la raison. Si vous l'entendez des animaux que Mr. Leuwenhoek a découverts, j'en tombe d'accord. Mais aussi ne deviennent-ils jamais des hommes. C'est une fable des plus creuses qui aient paru dans la philosophie. Ces vers seminaux sont

une espece particuliere de vivans, qui habitent dans nos corps, comme tant d'autres. J'ai fait depuis peu une espece de dissertation contre le Chapitre XV du livre de Mr. Andry sur les vers spermatiques, dont je croi avoir renversé le système par quatre argumens très-forts. Le premier est pris de la prodigieuse quantité de ces animaux ; le second, de la difficulté de l'introduction dans l'œuf de l'un d'eux à l'exclusion de tous les autres ; le troisieme, de leur petitesse extreme, qui n'a absolument aucune proportion avec la grosseur de l'œuf ni avec la promptitude de leur accroissement pretendu dans le même œuf ; le quatrieme enfin est pris de ce que l'œuf et le fœtus ne sont qu'un seul et même animal. Après cela, j'établis mon sentiment par les observations des plus curieux zoologues, et principalement de Mr. Vallisnieri, pour prouver que les vers seminaux sont des animaux de leur espece, qui se produisent et se perpetuent tout comme il arrive à tous les autres animaux qui nous sont connus. Au reste, Mr. Vallisnieri m'a promis qu'il travaillera dans peu sur cette matiere. Je croi donc que les fœtus qui vivent dans les œufs ont leur ame depuis la creation. Et peutêtre Dieu a sagement pourvû pour ceux qui pendant ce siècle ne viennent pas au developpement, qui le pourront une autre fois. Ce sont des événemens cachez dans l'avenir, dont nous ne saurions bien juger qu'après que l'effet nous les aura fait connoître » (lettre inédite du 15 avril 1715).

Le 5 août suivant, Leibniz répond : « Je ne saurois rien dire sur le detail de la generation des animaux. Tout ce que je crois pouvoir asseurer est, que l'ame de tout animal a préexisté, et a été dans un corps

organique, qui enfin par beaucoup de changemens, involutions et evolutions, est devenu l'animal present. Votre conjecture, que tout animal seminal humain parviendra enfin à etre raisonnable, est ingenieuse, et pourroit etre vraie; cependant je ne vois point qu'elle soit necessaire. S'il y en avoit beaucoup qui demeurassent de simples animaux, il n'y auroit point de mal. Je n'oserois asseurer que les animaux que M. Leeuwenhoek a rendu visibles dans les semences soyent justement ceux que j'entends; mais aussi je n'oserois encor asseurer qu'ils ne le sont point; et j'attends avec impatience ce que M. Vallisnieri nous donnera pour les refuter. Et, en attendant, je n'en voudrois pas parler aussi decisivement que vous le faites, Monsieur, en disant que le sentiment de M. Leeuwenhoek est une fable des plus creuses. M. Hugen, qui etoit un homme des plus penetrans de son tems, n'en jugeoit pas ainsi. La prodigieuse quantité de ces animaux (qui sont votre premiere objection) ne s'y oppose en rien. On trouve une abondance semblable dans les semences de quelques plantes. Il y en a, par exemple, dont la graine consiste en une poussiere tres menue. Je ne vois pas aussi, qu'il y ait de la difficulté sur l'introduction dans l'œuf de l'un de ces animaux à l'exclusion de l'autre (ce qui fait votre seconde objection); il s'en introduit beaucoup apparemment, puisqu'ils sont si petits, mais il y a apparemment dans un œuf un seul endroit, et pour ainsi dire un *punctum saliens*, qui en peut recevoir avec effect. Et cela satisfait aussi à votre troisieme objection, qui est que leur petitesse extreme n'a point de proportion avec l'œuf. C'est comme dans un fruit, qui est très grand, quelque

fois la partie seminale est très petite et insensible. La quatrième objection est, que l'œuf et le fœtus sont le même animal ; mais cette proposition n'est point prouvée ; il se pourroit que l'œuf ne fût qu'un receptacle propre à donner l'accroissement et à aider la transformation. La cinquième objection est, que selon les Zoologues modernes, et particulièrement selon M. Vallisnieri, ces animaux qui se trouvent dans les spermes doivent être des animaux de leur espèce qui se propagent et se perpétuent tout comme il arrive aux autres animaux qui nous sont connus. C'est de quoy je demeure entièrement d'accord : mais, à mon avis, quand ces animaux seroient les vrais animaux seminaux, ils ne laisseroient pas d'être une espèce particulière de vivans, dont quelques individus seroient élevés à un plus haut degré par une transformation.

« Cependant, je n'oserois pas assurer non plus que votre sentiment soit faux, qui va à soutenir que l'animal à transformer est déjà dans l'œuf, quand la conception se fait. Mais l'opinion qu'il y entre par la conception paroist plus vraisemblable. Ne decidons donc rien d'un ton trop affirmatif, et surtout ne traitons point mal un homme comme M. Leeuwenhoek, à qui le public doit des graces pour les peines qu'il a prises dans ses recherches. Il est très permis de combattre son sentiment, et je suis bien aise qu'on le fasse, mais il n'est point juste de le mepriser. Il y a une difficulté qui me paroist commune à toutes les hypotheses, et sur laquelle je voudrois apprendre le sentiment de M. Vallisnieri, pourquoy dans la copulation de quelques espèces d'animaux un seul œuf ordinairement est rendu fecond, et pourquoy les gemeaux y sont assés rares. »

Deux mois après, Bourguet mande de Venise : « J'ai communiqué à Mr. Vallisnieri ce qu'il vous a plu me dire à son égard. Il m'a répondu qu'à cause de ses grandes occupations, il ne pouvoit point presentement satisfaire à vôtre demande sur la rareté des gemeaux dans certaines especes d'animaux. Mais qu'avec le temps, il tâchera d'éclaircir cette matiere autant qu'il lui sera possible... Je vous suis fort obligé, Monsieur, de ce que vous avez daigné me dire en faveur de Mr. Leuwenhoek, que j'estime beaucoup. Je n'ai, au reste, nullement pretendu l'offenser, quand j'ai traité son sentiment sur les vers spermatiques d'une fable creuse... Je ne suis pourtant point persuadé de son hypothese. Si j'avois pu commodement joindre mes preuves aux propositions que j'ai l'honneur de vous envoyer, vous auriez trouvé en abrégé la reponse aux objections que vous avez daigné me faire. »

Après avoir visité Bologne et Parme, leurs bibliothèques et leurs musées, Bourguet part pour la Suisse, se rendant à Neuchâtel. En chemin, il s'arrête à Morges, sur les bords enchanteurs du Léman. C'est de son séjour dans cette dernière ville que datent deux de ses lettres, l'une écrite le 7 février, l'autre le 16 mars 1716. Nous ne savons pourquoi Gerhardt a jugé convenable d'omettre la seconde, pleine cependant d'observations intéressantes et de détails piquants sur certaines personnalités en vue de la Suisse romande. Les passages qui suivent le prouvent surabondamment¹.

Dans une lettre à date indécise, mais qui fut vrai-

¹ Voir L. Isely, *Cinq lettres inédites de Bourguet*, pages 31-39.

semblablement composée vers la fin de février ou tout au commencement du mois de mars, Leibniz pria son ami (de Morges) de lui accorder une faveur. « Il y a, disait-il, dans le voisinage d'icy des Seigneurs et Dames, qui prennent grand plaisir à nourrir des vers à soye, ayant des jardins où il y a quantité de meuriers blancs. Ils desireroient quelques onces de bonne graine des vers qui fussent de bonne race et bien conservés, car ils ont été trompés quelques fois par celle qu'on leur a envoyée. Vous m'obligeriez beaucoup, Monsieur, si par un Amy seur vous pouviés me procurer quatre onces de telle graine, et me la faire envoyer directement par la poste, bien enveloppée et bien munie. Si les graines ont été sur du papier, on les gâte aisément en les voulant détacher, au lieu qu'elles se détachent plus aisément, si elles ont été sur de la laine ; il est bon aussi que la graine soit prise de papillons dont les cocons ont été beaux et grands. Je m'imagine qu'une bonne graine de cette nature pourra venir du Milanois, mais vous jugerés mieux, Monsieur, de l'endroit le plus convenable. Il faudroit que cela me fût envoyé avant que le tems devient (*sic*) chaud, de peur que la graine ne devienne vivante en chemin. »

Bourguet s'empresse d'acquiescer à ce désir. « Il y a huit jours, dit-il, que j'ai reçu la belle lettre qu'il vous a plu m'écrire ; le lendemain j'écrivis à un ami à Milan pour vôtre commission des graines des vers à soye : l'avertissant que s'il croyoit la saison trop avancée, il ne les envoyât point de peur qu'elles ne devinssent vivantes en chemin. J'espere d'apprendre dans peu ce qu'il en sera, souhaitant que la commission soit faite comme il faut. »

Leibniz ne tarde pas de lui transmettre l'expression de sa gratitude. « Je vous remercie de la bonté que vous avés eue de donner pour moy à un ami des graines de vers à soye. Il est encore tems sans doute de les envoyer durant le mois d'Avril, et meme au commencement de May ; car dans les Alpes et en Allemagne les chaleurs ne viennent pas si tost. En tout cas, il vaut mieux le hasarder ; je souhaite que les graines soient de bonne race. En mettant le papier dans une petite boete de fer-blanc, je crois que les graines demeureront plus fraîches. »

L'envoi demandé tardant à venir, Leibniz écrit le 20 avril suivant : « Si vos amis de Milan n'ont pas trouvé à propos déjà d'envoyer de la graine à Augsbourg, il ne sera plus tems apparemment de le faire. Cependant, je vous suis obligé, Monsieur, de vos soins. »

On a vu précédemment que le fait de la rareté des jumeaux dans certaines espèces animales excitait au plus haut point la curiosité du savant allemand, et qu'il avait même chargé son ami de soumettre le cas au naturaliste Vallisnieri. Il y revient, en donnant à sa demande un sens plus précis. « Je vous diray, Monsieur, que lorsque je parle de la raison de la rareté de gemeaux dans certaines especes, je n'en demande pas la cause finale, mais la cause efficiente. Car la connoissance de cette raison serviroit à mieux connoître la generation. »

Bourguet répond, en entrant dans des considérations qui témoignent de sa sagacité en fait d'embryogénie. « Je vous demande pardon, Monsieur, la connoissance de la cause efficiente de la rareté des gemeaux dans certaines especes d'animaux ne peut

point servir à mieux connoître la generation ; c'est à dire, si c'est dans le sperme des mâles ou dans les oeufs des femelles, qu'il faut chercher la base du developpement de l'animal futur déjà préformé dans l'un ou dans l'autre de ces sujets. L'on peut indiquer quatre sources generales de la cause éfficiente de l'infecundité des œufs. Les dispositions vicieuses du mâle et celles de la femelle ; le tems plus ou moins convenable à la copulation, et enfin les mouvemens qui regnent dans l'action même. Mais ce n'est pas ici le lieu pour m'etendre sur cette matiere quoique très curieuse. »

La première édition de l'ouvrage où se trouve formulée la philosophie leibnizienne, celle de l'optimisme, parut à Amsterdam en 1710, sous le titre d'*Essais de Théodicée, concernant la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal*. C'était une réponse en due forme aux difficultés soulevées par Bayle sur les causes du mal, soit physique, soit moral. On y rencontre la fameuse maxime : « Tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes possibles », que Voltaire tourna en dérision dans ce spirituel mais graveleux badinage qui a nom *Candide*. Esprit profond et nullement frondeur, Bourguet prit à cœur de scruter tous les passages, même les plus ardu, de ce livre de grande portée, dont on ne saurait assez recommander la lecture à la génération actuelle, tout empreinte de tiédeur et de scepticisme. Le 20 octobre 1712 déjà, étant à Venise, Bourguet soumet à l'auteur de la Théodicée un certain nombre de points qui lui paraissaient obscurs. Leibniz répond sans tarder, et de la façon la plus louangeuse. « Après avoir vû, dit-il, les belles productions de votre part

sur les origines littéraires, je suis surpris de vous voir encor aussi profond sur la Philosophie que votre lettre que Mr. Herman m'a fait tenir le fait connoître.

« Je suis bien aise que ma Theodicée ait l'approbation des personnes qui vous ressemblent, Monsieur, et je voudrois être assez habile pour satisfaire à toutes les difficultés qui leur peuvent rester...

« Vous jugés fort bien, Monsieur, que mes Monades ne sont pas des Atomes de matiere, mais des substances simples, douées de force (j'ajoute de perception et d'appetit), dont les corps ne sont que des phenomenes... »

Les explications de Leibniz ne l'ayant pas complètement convaincu, Bourguet revient à la charge dans une lettre, datée du 15 mai 1713, qui est un chef-d'œuvre d'érudition¹. Après avoir réfuté, parfois avec bonheur, les arguments de son illustre contradicteur, il entre dans des détails intéressants sur les *monades*, cette originale conception du philosophe de Leipzig. « Je me figurois, dit-il en substance, deux especes de Monades. Les unes spirituelles, douées de perception et d'appetit et de raison dans les hommes, qu'on nomme des ames. Je mettois celles des animaux dans divers rangs de perfection que je regardois neanmoins toutes comme imperissables. Les autres monades, à mon avis, étoient celles dont les corps sont les phenomenes et qui proprement sont la substance qui produit l'extension ou les trois dimensions de la matiere. Et quoique je considerasse cette espece de monades toutes absolument differentes entr'elles, comme immate-

¹ Gerhardt se borne à signaler cette missive, sans l'imprimer. Est-ce peut-être à cause de sa longueur ? On en trouvera de nombreux extraits dans la notice déjà citée : *Cinq lettres inédites de Bourguet*, pages 2-12.

rielles, c'est à dire qu'elles n'étoient point des atomes de matiere, mais de force: je ne croiois point qu'on deut ni qu'on peut leur attribuer de perception ni d'appetit; à moins qu'on n'entende par cet appetit l'affect ou la cause de leur maniere d'agir entr'elles qui soit l'origine des mouvements.»

Puis, il ajoute aussitôt: « Si generalement toutes les monades créées ont perception et appetit, nous voici dans une espee de Spinosisme, puisqu'il n'y aura à proprement parler qu'une substance, qui dans ces phenomenes sera appelée corps, et dans son essence sera un esprit. Je ne dirai rien du Createur. Votre Excellence sait mieux que qui que ce soit, combien facilement on le pût confondre avec les creatures. J'ose donc vous prier de deigner me donner quelque éclaircissement, s'il vous plaît, sur cette matiere. Je pourrois faire bien des reflexions sur cet article, mais j'attendrai d'être mieux instruit. »

Les éclaircissements demandés sont nets et formels. Leibniz, qui de tout temps avait combattu les idées panthéistes de Spinoza, pour qui Dieu était l'unique substance, relève même assez vertement la remarque concernant ce philosophe. « De la maniere que je definis perception et appetit, écrit-il, il faut que toutes les Monades en soyent douées. Car *perception* m'est la representation de la multitude dans le simple; et l'*appetit* est la tendance d'une perception à une autre: or ces deux choses sont dans toutes les Monades, car autrement une Monade n'auroit aucun rapport au reste des choses. — Je ne say, Monsieur, comment vous en pouvés tirer quelque Spinosisme; c'est aller un peu vite en consequences. Au contraire, c'est justement par ces Monades que le Spinosisme

est détruit, car il y a autant de substances véritables et, pour ainsi dire, de miroirs vivans de l'Univers toujours subsistans, ou d'Univers concentrés, qu'il y a de Monades, au lieu que, selon Spinoza, il n'y a qu'une seule substance. Il auroit raison, s'il n'y avoit point de monades; alors tout, hors de Dieu, seroit passager et s'évanouiroit en simples accidens ou modifications, puisqu'il n'y auroit point la base des substances dans les choses, laquelle consiste dans l'existence des Monades. »

Le 15 avril 1715 (lettre jugée perdue par Gerhardt), Bourguet reconnaît l'erreur qu'il a commise sur la nature des monades. Il le fait avec sa franchise habituelle. « J'avoue, dit-il, que dans l'article des Monades je m'étois trompé; je l'avois déjà reconnu et je voulois vous en avertir, mais votre obligeante lettre m'a prevenu. J'avois fait la même faute dans une lettre à Mr. l'abbé Conti, et je l'ai depuis corrigé par une note faite exprès. Il est certain, Monsieur, que votre système est diametralement opposé à celui de Spinoza et qu'il n'y en a point par qui on le puisse mieux combattre. »

Cependant, il conserve encore des scrupules. « Il est certain, continue-t-il quelques lignes plus bas, que les Monades doivent être douées de perception et d'appetit, suivant que vous les définissez. Mais je trouve de la difficulté dans l'application à l'égard des plantes, qui sont des corps organiques et qui ont suivant vous leur monade dominante. Il en est de même à l'égard des corps organisés, que vous supposez nécessairement dans votre système remplir toutes les masses. Ces monades seront telles qu'il nous sera impossible de nous en faire aucune idée. Nous con-

noissons, par analogie, qu'elles peuvent être les ames des animaux et de quelle maniere la multitude est représentée en elles par les sensations, qui nous sont communes aux degrez de variation et de perfection. Mais dès que nous descendons aux plantes, nôtre raison ne trouve plus où se fixer ; excepté que l'on dit, que les Monades ou l'ame des plantes contient en elle le principe de tous les mouvemens admirables, qui s'expliquent dans les organes, en repondant à sa maniere aux mouvemens qui se passent dans le reste de l'univers. Il en sera de même de toutes les autres ; et celles qui animent les corps organiques des animaux et des plantes, je veus dire les parties qui composent l'assemblage organique, seront subordonnées à la principale à peu près comme dans l'arbre merveilleux que Cyrano de Bergerac trouva dans le soleil.....¹ Si la chose est ainsi, rien ne sera si beau que l'univers, c'est à dire ce grand amas d'une infinité de monades toutes differentes entr'elles, dont chacune a et conserve ses propres loix, et neanmoins elles s'accordent toutes à faire la plus belle harmonie qui se puisse concevoir. Cet admirable accord de tant de substances ne peut venir, comme vous le remarquez très-bien, Monsieur, que d'une intelligence et d'une sagesse infinies, qui ne peuvent resider que dans une Monade absolue, qui n'est autre que Dieu.»

Dans la préface qu'il donna à la seconde édition des *Principes* de Newton, le jeune mais déjà célèbre Roger Cotes prend Leibniz vivement à partie, et le range bien à tort parmi les adversaires irréductibles de la gravitation. Les termes incisifs qu'il emploie en

¹ *Histoires comiques des Etats et empires de la Lune et du Soleil.*

parlant du philosophe allemand vont au cœur de Bourguet, qui s'empresse de les désapprouver. « A propos de votre système, j'ai vû avec surprise la maniere picquante et peu polie que M. Cotes, l'éditeur des principes de M. Newton, a employée en parlant des sentimens qui sont differens de ceux de son auteur. Il en veut principalement aux Cartesiens : mais il me semble que vous y entrez pour quelque chose à l'égard de la cause de la gravité. Ces Messieurs me semblent d'habiles calculateurs, mais à mon avis ils ne sont rien moins que philosophes. Si leur maxime a lieu, les substances nous sont entiere-ment inconnues, et ce sera un problème insoluble chez eux, si la matiere peut penser, ce qui ouvre la porte au Spinosisme. Le système de ces Mrs. est tel que vous le describez dans votre savante reponce à feu M. Bayle : « Hist. des Oeuvres des Savans » 1698 pag. 33 sq., où vous remarquez très bien que le système de ceux qui disoient que Dieu auroit donné aux corps des gravitez naturelles, par lesquelles chacun tendroit au centre de son globe, sans être poussé par aucun autre corps, que ce système, dis-je, auroit besoin d'un miracle perpetuel ou de l'assistance des anges. Mais ces Mrs. qui avouent qu'ils ne connoissent pas les substances, ne se font aucune peine de ces terribles embarras, non plus que du vuide. Voilà aussi les qualitez occultes revenues sur la scene, comme Mr. Zendrini vient de le remarquer fort judicieusement dans un petit mais excellent traité de l'usage du Kina, qui vient de paroître depuis quelques jours. »

Dans sa réponse faite le 5 août de la même année 1715, Leibniz proteste énergiquement de son côté

contre un pareil travestissement de sa pensée. « Vous avés raison, Monsieur, d'être choqué des expressions peu polies de celui qui a fait la preface de la seconde édition de M. Newton, et je m'étonne que M. Newton l'ait laissé passer. Ils devoient parler avec plus de consideration de M. Descartes, et avec plus de moderation de ses sectateurs. Pour ce qui est de moy et de mes amis, qu'ils ont aussi eu en vue, ils sont fâchés que dans les actes de Leipzic¹ on ait desaprouvé, quoyque tres modestement, leur pretendue vertu attractive, qui n'est qu'un renouvellement des chimeres déjà bannies. Ils y commettent un sophisme malin, pour se donner un air de raison, et pour nous mettre dans un tort apparent, comme si nous etions contre ceux qui supposent la pesanteur, sans en rendre raison. Ce n'est pas cela, mais nous desapprouvons la methode de ceux qui supposent, comme les Scholastiques d'autresfois, des qualités deraisonnables, c'est à dire des qualités primitives, qui n'ont aucune raison naturelle, explicable par la nature du sujet à qui cette qualité doit convenir. Nous accordons et nous soutenons avec eux, et nous avons soutenu avant qu'ils l'ayent fait publiquement, que les grands globes de notre systeme, d'une certaine grandeur, sont attractifs entre eux : mais comme nous soutenons, que cela ne peut arriver que d'une maniere explicable, c'est à dire par une impulsion des corps plus subtils, *nous ne pouvons point admettre que l'attraction est une propriété primitive essentielle à la*

¹ Les *Acta eruditorum*, premier journal scientifique de l'Allemagne, fondé par Leibniz en 1682.

*matiere*¹, comme ces Messieurs le pretendent. Et c'est cette opinion qui est fausse, et etablie par un jugement precipité, et ne sauroit etre prouvée par les phenomenes. Cette erreur a fait naître cette autre erreur, qu'il faut qu'il y ait un vuide. Car ils voyent bien que leur pretendue attraction mutuelle de toutes les parties de la matiere seroit inutile et sans aucun effect, si tout etoit plein. Je ne repondray point à des gens qui m'attaquent d'une maniere grossiere et desobligeante. »

Bourguet, dans cette même lettre du 15 avril 1715, soulève la question d'un moment initial, d'un commencement, à laquelle l'avaient conduit ses méditations sur la succession dans la nature. « J'avoue, dit-il, qu'il y a de la difficulté dans ce qui regarde la succession. Je vas néanmoins dire en peu de mots ce que j'en pense, en attendant que vous deigniez m'instruire plus amplement sur cette matiere. L'idée, selon moi, d'un premier point assignable, qui passe à un point different assignable aussi, l'idée dis-je de cette transition fait la veritable succession. Le premier s'appelle le present, quand il est actuel, et le second est nommé par opposition le futur. Mais dès qu'il y en a un qui precede, alors il porte le nom de passé, et c'est cette vicissitude de relations, qui fait le tems. Or s'il y a quelqu'être, dont l'existence renferme des relations assignables differentes entr'elles (autrement on n'en sauroit assigner aucune, s'il n'y avoit point de changement), il devra necessairement

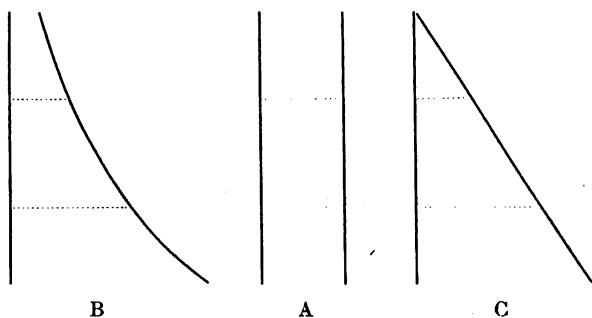
¹ Nous soulignons intentionnellement ce membre de phrase qui, sous sa forme negative, contient une opinion partagée par un grand nombre de penseurs de nos jours, pour qui la gravitation ne serait due qu'à des causes purement mecaniques.

être appelé successif. Et comme il seroit absurde de remonter toujours dans les nombreuses relations assignables, sans en trouver une premisses, il s'ensuivra que celle-ci sera le commencement. Car comme tout nombre suppose nécessairement l'unité comme principe, de même toute relation suppose un principe qui est ce qu'on nomme le commencement. L'on ne sauroit même se faire une idée d'aucune succession sans y comprendre un premier point, auquel repondent tous les suivants. J'ai donc creu, qu'il en étoit de l'idée de la succession, comme de celle du Tout, qui est relatif aux parties, et celle des parties qui ont relation au tout. Et si je me suis trompé, j'ose me flatter, que vous voudrez bien me faire la grace de me redresser, s'il vous plaît. »

Cette demande rend Leibniz perplexe ; il y répond, le 5 août suivant, d'une manière plutôt ambiguë. En ce qui concerne un premier instant fondamental, la géométrie lui fournit un moyen ingénieux d'expliquer son indécision. Trois hypothèses lui semblent possibles, et il accompagne chacune d'elles d'un diagramme particulier. Voici cette curieuse page de philosophie leibnizienne : « Pour ce qui est de la succession, où vous semblés juger, Monsieur, qu'il faut concevoir un premier instant fondamental, comme l'unité est le fondement des nombres, et comme le point est aussi le fondement de l'étendue : à cela je pourrois répondre que l'instant est aussi le fondement du tems ; mais comme il n'y a pas de point dans la nature qui soit fondamental à l'égard de tous les autres points, et pour ainsi dire le siège de Dieu, de même je ne vois point qu'il soit nécessaire de concevoir un instant principal. J'avoue cependant

qu'il y a cette difference entre les instans et les points, qu'un point de l'Univers n'a point l'avantage de priorité de nature sur l'autre, au lieu que l'instant precedent a tousjours l'avantage de priorité non seulement de tems, mais encor de nature sur l'instant suivant. Mais il n'est point necessaire pour cela qu'il y ait un premier instant. Il y a de la difference en cela entre l'analyse des necessaires et l'analyse des contingens : l'analyse des necessaires, qui est celle des essences, allant *a natura posterioribus ad natura priora*, se termine dans les notions primitives, et c'est ainsi que les nombres se resolvent en unités. Mais dans les contingens ou existences, cette analyse *a natura posterioribus ad natura priora* va à l'infini, sans qu'on puisse jamais la reduire à des elemens primitifs. Ainsi l'analogie des nombres aux instans ne procède point icy. Il est vray que la notion des nombres est resoluble enfin dans la notion de l'unité qui n'est plus resoluble, et qu'on peut considerer comme le nombre primitif. Mais il ne s'ensuit point que les notions des differens instans se resolvent enfin dans un instant primitif. Cependant, je n'ose point nier qu'il y ait eu un instant premier. On peut former deux hypotheses : l'une que la nature est tousjours egalelement parfaite, l'autre qu'elle croit tousjours en perfection. Si elle est tousjours egalelement parfaite, mais variablement, il est plus vraisemblable qu'il n'y ait point de commencement. Mais si elle croissoit tousjours en perfection (supposé qu'il ne soit point possible de luy donner toute la perfection tout à la fois), la chose se pourroit encor expliquer de deux façons, savoir par les ordonnées de l'Hyperbole B, ou par celles du Triangle C. Suivant l'hypothese de l'Hyperbole, il n'y

auroit point de commencement, et les instans ou états du Monde seroient crûs en perfection depuis toute l'éternité ; mais suivant l'hypothèse du Triangle, il y auroit eu un commencement. L'hypothèse de la perfection egale seroit celle d'un Rectangle A. Je ne vois pas encor le moyen de faire voir demonstrativement ce qu'on doit choisir par la pure raison. Cependant



quoique suivant l'hypothèse de l'accroissement, l'état du Monde ne pourroit jamais être parfait absolument, étant pris dans quelque instant que ce soit ; néanmoins toute la suite actuelle ne laisseroit pas d'être la plus parfaite de toutes les suites possibles, par la raison que Dieu choisit toujours le meilleur possible. »

Les hypothèses faites par Leibniz sur l'origine de toutes choses, et l'interprétation qu'il en donne, excitèrent au vif la curiosité de Bourguet, qui y revient à deux ou trois reprises dans ses lettres ultérieures. En octobre 1715, sur le point de quitter l'Italie, il écrit : « Comme je suis sur mon départ pour la Suisse, après être retourné d'un voyage à Bologne et à Parme, je ne pourrai pas répondre aussi amplement à votre savante Lettre, que la matière qu'elle contient le

merite. J'aurai l'honneur de vous écrire de Neuschâtel d'une maniere qui me sera plus utile, et qui sera en même tems plus convenable.

« Ce que vous proposez, Monsieur, sur la Nature, sous l'idée des ordonnées de l'Hyperbole B, du Triangle C et du Rectangle A, est asseurement digne de vôtre profonde penetration, et j'estime que cette matiere est telle, qu'elle merite toute l'attention de nos plus grands génies. Ce que vous ajoutez sur l'unité m'a plû infiniment..... »

Au début de 1716, étant alors à Morges, Bourguet, dans les deux lettres qu'il adresse de cette ville à son correspondant de Hanovre, établit un certain nombre de propositions, d'ordre plutôt théologique, qui lui paraissent devoir éclaircir la question. Le 7 février, il écrit : « Je viens au curieux et important article qui regarde la Nature des choses, que vous representez, Monsieur, comme pouvant être expliquée par le Rectangle A, en supposant que la Nature soit toujours également parfaite, ou par les ordonnées de l'Hyperbole B, en supposant que la perfection croisse depuis toute l'éternité sans qu'il y ait un commencement, et enfin suivant l'Hypothese du Triangle C, en supposant un commencement dans les choses dont la perfection croit en augmentant toujours sans jamais pouvoir atteindre à une entiere perfection, quoique la suite soit la plus parfaite qu'il soit possible, parce que Dieu choisit toujours le meilleur possible. Voici quelques propositions qui me paroissent pouvoir servir à éclaircir la question, en supposant pour leur fondement l'Existence de Dieu, et qu'il est un Etre qu'on ne doit point confondre ni renfermer entre ceux qui composent l'Univers..... »

Le 16 mars enfin, Bourguet se prononce carrément pour l'hypothèse du triangle. Mais les arguments qu'il avance, s'ils sont l'expression d'une foi éminemment sincère et respectable, reposent sur un fond trop peu scientifique pour être bien probants.

Mettant à profit le séjour de son correspondant à Morges, Leibniz l'entretient de certains savants de la Suisse française, dont les noms sont demeurés célèbres dans l'histoire de ce pays. « Si vous passés à Geneve, Monsieur, ayés la bonté de faire mes recommandations à M. Turretin, à qui j'espere que ma dernière lettre aura été rendue l'année passée. Il y a à Lausanne un savant homme qui a donné un bel ouvrage sur le beau, et fait connoître qu'il a de bonnes entrées. Il y a là un autre qui a commenté sur Puffendorf du Droit de Nature, et m'a fait un procès sur la maniere avec laquelle je parle en passant dans la Theodicée de son Auteur, lequel soutient que les verités morales dependent de la volonté de Dieu, doctrine qui m'a tousjours parû extrêmement deraisonnable, et j'ay dit là-dessus que Mr. Puffendorf ne devoit pas estre conté sur cette matiere. Là-dessus ce Professeur de Lausanne s'est fâché contre moy, et dit que le sentiment de son Auteur paroitra tousjours plus raisonnable que mon Harmonie préetablie. Mais je crois de pouvoir bien dire aussi, que son jugement ne doit pas estre conté sur cette matiere. »

Bourguet répond en ces termes : « Si je vas à Geneve, je ne manquerai pas de voir Mr. Turretin, et de lui demander s'il a reçu vôtre lettre. J'ai lû avec plaisir le traité du beau et j'ai aussi remarqué que l'auteur medite assés bien. Pour ce qui est de l'autre professeur, j'observai dès que je vis la dernière

edition de sa version de Pufendorf, qu'il vous taxoit dans la preface, et j'en écrivis mon sentiment à une jeune demoiselle pleine d'esprit, qui reside à Neuf-châtel et qui a commerce de lettre avec le traducteur. Elle me répondit fort agreablement qu'il se pouvoit que ce savant ne connoissoit pas toute la beauté du systeme de l'harmonie préetablie, parce qu'un homme ne pouvoit pas tout savoir. »

Le 3 avril 1716, Leibniz clôt l'incident par les lignes suivantes, qui forment le dernier alinéa d'une lettre écrite à Hanovre. « Le Professeur de Lausanne n'étoit pas obligé de connoître mon Harmonie préetablie, mais n'y entendant rien, il pouvoit se dispenser de la mepriser. Le meilleur est que son jugement là-dessus ne sera point mis en ligne de compte, non plus que celui de M. Puffendorf sur la question, si la moralité depend de la volonté de Dieu. Il s'est mis un peu trop en colere, voyant que je ne faisois pas un assés grand cas de son Auteur sur cette matiere de la source de la moralité. »

On aura reconnu dans le premier de ces professeurs de Lausanne, celui qui a « fait connoître qu'il a de bonnes entrées » le fameux Jean-Pierre de Crousaz, dont le *Traité du beau* parut à Amsterdam en 1715. Le second, à l'endroit duquel la sévérité de Leibniz est pour le moins excessive, n'est autre que Jean Barbeyrac, le savant traducteur et commentateur de Grotius et de Pufendorf¹. Originaire de Béziers, ce jurisconsulte éclairé avait été appelé, en 1710, à la chaire de droit et d'histoire de l'Académie de Lausanne. Son installation eut lieu le 19 mars 1711.

¹ L. ISELY. *Histoire des sciences mathématiques dans la Suisse française*, p. 46 et 56-57.

Nommé recteur en 1714, il renonça à cette dignité par un honorable scrupule de conscience : il ne voulut pas signer l'intolérante formule du *Consensus*. En 1717, il accepta le poste de professeur de droit public et privé qui lui était offert par l'Université de Groningue. Sept ans plus tard, et pour des motifs tout pareils, J.-P. de Crousaz le rejoignit dans cette ville.

Dans cette même lettre du 16 mars 1716, le nom du célèbre théologien J.-F. Ostervald vient incidemment sous la plume de Bourguet. Une nouvelle polémique entre Leibniz et Newton sur une question de mécanique céleste en fut l'occasion. « Mons. Newton, ainsi s'était exprimé le géomètre de Hanovre, croit que la force de l'Univers va en diminuant, comme celle d'une montre, et a besoin d'être retablie par une action particulière de Dieu, au lieu que je soutiens que Dieu a fait les choses d'abord, en sorte que la force ne sauroit se perdre. Ainsi sa Dynamique est bien différente de la mienne, et ne convient pas à mon avis avec la perfection des opérations Divines. Un Auteur nommé Mons. Clark¹, Chapelain du Roy, est entré en dispute avec moy là dessus par lettres, à l'occasion de ce que j'en avois écrit à Madame la Princesse de Galles ; et Son Altesse Royale, qui a lu ma Theodicée avec attention, a témoigné que mon sentiment luy paroissoit plus convenable. » — Bourguet partage entièrement sa manière de voir. « L'auteur Anglois, dont vous me parlez, Monsieur, est habile homme et un philosophe. Je voi pourtant avec bien du plaisir, que Son Altesse Royale Madame la

¹ Très probablement Clarke, philosophe anglais (1675-1729), disciple de Fénelon et auteur, comme lui, d'une *Démonstration de l'existence et des attributs de Dieu*.

Princesse de Galles approuve et préfère v^{otre} Dynamique à celle de M. Newton, qui assurément donne une bien moindre idée de la puissance de Dieu que la v^{ôtre}. Il faut que cette Princesse ait un grand esprit et un bon discernement. M. Ostervald, Pasteur zélé à Neufchatel, m'écrivoit qu'on lui mandoit d'Angleterre qu'Elle y attiroit l'applaudissement du public et que sa charité pour nos pauvres refugiez la rendoit extrêmement recommandable. Ce que vous m'en dites doit necessairement augmenter la haute estime que tout le monde a conçu pour une Princesse si accomplie. Dieu veuille la conserver, et le Roy et le Prince avec toute la famille Royale, pour l'église et pour le bonheur de leur peuple ! »

« Vous avés raison, approuve Leibniz aussitôt, de juger que Madame la Princesse de Galles doit avoir une elevation d'esprit admirable, puisqu'elle entre si avant dans des matieres si sublimes. Je vous diray pour le confirmer, qu'elle a lû la Theodicée plus d'une fois, et avec gout, et qu'elle s'est moquée de ceux qui l'avoient voulu detourner de cette lecture, sous pre-texte que les choses y étoient trop abstraites. »

Des missives que nous venons d'analyser à grands traits, il ressort que Leibniz tenait en haute estime son correspondant neuchâtelois. Il discute avec lui tous les sujets alors d'actualité, et approuve souvent ses conclusions. C'est que Bourguet était loin d'être le premier venu. Sa vaste érudition l'avait classé parmi les savants les plus en vue de son temps. Aucune des branches de l'activité humaine ne lui était étrangère. Et pourtant, il est assez méconnu de ses concitoyens. Interrogez-les sur leurs gloires scientifiques : ils répondront tous en citant le nom de

l'illustre Agassiz. Bien peu songeront à Louis Bourguet, qui fut cependant un génie universel. Le jour viendra, espérons-le prochain, où les Conseils de la ville, dont il fut une des lumières les plus vives, donneront à cet émule du grand Humboldt un témoignage effectif de leur admiration et de leur gratitude.

NOTES ET ADDITIONS

Depuis l'élaboration du précédent travail, l'activité de Bourguet, en tant que savant et que chercheur, a été relevée comme elle le méritait par deux professeurs de l'Académie de Neuchâtel, qui ont pris à cœur de rendre un hommage de profonde vénération à leur illustre prédécesseur en cette ville. Ainsi sont nés trois mémoires d'assez longue haleine, parus au cours de l'année 1904, à savoir :

PIERRE BOVET. *Le premier enseignement de la philosophie à Neuchâtel*. Leçon d'ouverture, faite à l'Académie de Neuchâtel, le 22 avril 1904. *Musée neuchâtelois*, septembre-octobre 1904.

LOUIS ISELY. *Cinq lettres inédites de Bourguet*. *National suisse*, août 1904.

PIERRE BOVET. *Louis Bourguet. Son projet d'édition des œuvres de Leibniz*. *Revue de théologie et de philosophie*, septembre 1904.

Le second de ces mémoires nous a permis de remanier en partie le texte primitif de notre communication. Au troisième nous empruntons les détails suivants, qui intéresseront certainement le lecteur.

Tôt après la mort de Leibniz (14 novembre 1716), Bourguet conçut le vaste projet de donner une édition des œuvres de l'illustre philosophe. Il entra résolument en campagne et, sans se lasser ni se rebuter un seul instant, amassa, dans le laps d'une vingtaine d'années et grâce aux contributions de Jordan¹, de Hermann et surtout de Jean Bernoulli, plus de quatre cents missives de son génial ami. Riche de tous ces matériaux, il ne lui restait plus qu'à les mettre en œuvre. Le plan, qu'il se traça à cet effet, nous est parvenu par une lettre de lui au Président Bouhier², du 7 août 1736. « Je voulois donner les écrits de M. Leibniz dans un certain ordre : 1^o Tout ce qui concerne sa *Dynamique* où la philosophie s'unit aux mathématiques ; 2^o sa *monadologie* et son Harmonie préétablie ; 3^o les autres pièces philosophiques et physiques ; 4^o celles de littérature ; 5^o celles qui concernent sa *Dyadique* et son *Arithmétique binaire* ; 6^o peut-être enfin les pièces de mathématiques³. J'aurois évité de donner ce qui a déjà paru dans le recueil de M. des Maizeaux, dans celui d'Eccart, dans celui de Feller, et il faudra aussi omettre ce que M. Kortholt de Leipzig a donné en dernier lieu, je veux dire depuis deux ou trois ans. »

¹ Charles-Etienne Jordan, pasteur à Prentzlau, puis premier vice-président de l'Académie de Berlin.

² Jean Bouhier, juriconsulte et académicien, né à Dijon, président du parlement de cette ville (1678-1746).

³ Bourguet comptait sur la collaboration d'Abauzit, de Genève, « pour ce qu'il y a de mathématiques dans la philosophie de Leibniz » (lettre à du Lignon, du 28 décembre 1720).

Malheureusement, ce beau projet ne devait pas aboutir. Dès le printemps de 1733, Bourguet est aux prises avec la maladie et des embarras pécuniaires. Pour ménager sa santé et sa bourse, il se voit contraint de restreindre sa correspondance et de suspendre partiellement ses travaux. Dans l'impossibilité, faute de secours, de mener à bien son entreprise, il renvoie à Jordan, le 22 mars 1734, cent cinquante lettres; il avait déjà réexpédié à Bernoulli et à Hermann un gros et un petit paquet.

« Mais, dit M. Bovet, même après ces dépouillements, il restait à Bourguet un trésor, sa propre correspondance avec Leibniz. Il l'avait soigneusement mise au net et la montrait parfois à des amis. De toutes parts, on le sollicitait de ne pas la tenir plus longtemps inédite... Bourguet reprend courage; laissant, pour le moment, de côté son rêve d'une édition complète, il fera d'abord un premier volume de ce qu'il a sous la main. »

Voici, en effet, ce qu'il mande à Bouhier, le 7 août 1736: « J'envoyai l'autre semaine une copie de ma correspondance avec M. Leibniz à quelques amis pour les prier de m'indiquer les endroits qui exigeroient quelques notes. Après que le manuscrit aura ainsi passé sous les yeux de quelques amis, j'y ajouterai les explications nécessaires et le donnerai à l'imprimeur. J'ai fait précéder l'extrait de la lettre du P. Bouvet à M. Leibniz sur sa Dyadique, qui fut l'occasion de la correspondance dont ce grand philosophe m'honora depuis 1707 jusqu'à sa mort. Il y a encore quatre lettres ou extraits que j'écrivis alors à M. Jablonski, puis une lettre au P. Bouvet; vingt-cinq lettres ensuite tant de M. Leibniz que de moi

sur divers articles de littérature et de philosophie, en particulier s'il est possible de prouver la création par les seules lumières de la nature. Enfin, j'ai joint à ce recueil sept lettres latines qui contiennent ma correspondance avec un abbé vénitien¹ qui, depuis, a été ou est peut-être encore à Paris, sur cette question du système de M. Leibniz, si Dieu a créé le plus parfait de tous les mondes possibles. »

Comme on le voit, Bourguet évalue à vingt-cinq le nombre des lettres que comprend sa correspondance avec Leibniz. C'est bien le chiffre que nous avons indiqué au commencement de ce travail, pourvu que, à l'exemple de M. Bovet, on considère la pièce qui, dans Gerhardt, porte le N^o 1, comme une véritable lettre de Leibniz à Bourguet. Ce long mémoire, rédigé en latin, qui fut l'origine des rapports épistolaires des deux savants, est renfermé dans une missive de Jablonski à Bourguet, datée de Berlin le 18 février 1708. Quant à la lettre que Bourguet destinait au P. Bouvet, elle est du 5 mars 1707. On en trouve le texte dans le *Mercur suisse* du mois de mars 1734.

Bourguet consacra les dernières années de sa vie (il mourut à Neuchâtel le 31 décembre 1742) à la préparation de cette édition restreinte. Il songeait à y joindre les lettres que Leibniz avait écrites à divers Jésuites érudits, au P. Tournemine entre autres. Sa santé de plus en plus précaire et ses ressources toujours aussi modestes l'empêchèrent une fois encore d'accomplir son dessein.

¹ L'abbé Petricini (Michel Petricius). Cette partie du recueil est conservée à Neuchâtel et à Rouen.

Séance du 22 janvier 1904

LA VALEUR DE L'EAU DU LAC DE NEUCHÂTEL

POUR L'ALIMENTATION

PAR F. CONNE

Dans la séance du 6 mars 1903, nous avons, M. le Dr G. Sandoz et moi, l'honneur de vous entretenir de l'origine d'une épidémie à allure typhique, survenue dans une commune des bords du lac ; elle se trouvait dans une source, captée dans le voisinage des égouts d'un des villages de cette commune, à leur déboucher dans le lac, et dont l'eau était refoulée par une pompe, en temps de sécheresse, dans la canalisation d'eau potable, alimentée en temps ordinaire par les sources dites de la montagne. Cette épidémie disparut aussitôt que la source malsaine fut supprimée et que la canalisation fut désinfectée.

En conseillant la suppression de la source de la grève, nous avons préconisé, tant pour la remplacer que pour utiliser l'installation de pompage existante et qui risquait de devoir être abandonnée, l'emploi de l'eau du lac. Cette idée fut adoptée par les autorités communales, qui nous chargèrent de leur présenter un rapport sur cette question ; MM. le prof. Béraneck et Dind, ingénieur du Service des eaux de Neuchâtel, nous étaient adjoints pour cette étude.

Notre programme d'étude était facile à élaborer. Il s'agissait de justifier l'opinion que nous avions, et

que nous avons toujours, de la qualité de l'eau du lac, puis de choisir l'emplacement de la prise d'eau si possible dans le voisinage de l'usine de pompage, enfin de présenter un projet suffisamment précis pour que toute erreur d'installation fût évitée.

Nous fîmes dans ce but des pêches d'échantillons les 18 mars et 10 juin, approximativement à 400 m. de distance du rivage, à 25 et 30 m. au-dessous du niveau de l'eau, et toujours à 5 m. au-dessus du fond. Nous avons eu chaque fois la chance d'opérer par un lac très agité, donc dans des conditions plutôt mauvaises, et nous attachons d'autant plus de prix à la valeur de nos résultats. Afin d'éviter toute suspicion sur la profondeur réelle à laquelle les échantillons ont été prélevés, nous avons fait usage, le 10 juin, uniquement de flacons évacués et scellés, que nous ouvrons à l'endroit choisi en brisant un tube capillaire par la chute d'un poids de plomb. Disons tout de suite que les résultats obtenus nous permirent de confirmer en principe notre proposition primitive; étant données les circonstances locales, il nous paraissait prudent de réserver le choix définitif de l'emplacement de la prise d'eau jusqu'à ce qu'une période d'une durée suffisante d'observations régulières nous eût renseignés sur la direction, l'intensité et les variations annuelles des sous-courants dont cette région du lac paraît être le siège.

Nous arrivons maintenant à la discussion des analyses qui ont été exécutées, comparées à celles des sources de la montagne, qu'il s'agissait de renforcer.

Tableau des analyses faites les 18 mars et 10 juin 1903

	Sources de la montagne (18 III 1903)	Lac 330 — 25 ¹ (18 III 1903)	Lac 365 — 26 (10 VI 1903)	Lac 420 — 30 (10 VI 1903)	Lac de Constance
Résidu d'évaporation . .	280	160	160	160	170 à 204
Résidu de calcination . .	260	150	150	150	—
Matière organique oxydable	10	25	20	15	14 à 30
Azotates	<1	<1	<1	<1	2 à 4,5
Azotites	0	0	0	0	0 à traces
Ammoniaque	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01-0,025
Ammoniaque albuminoïde	0,03	0,07	0,12	0,12	0,04-0,08
Sulfates	Peu	Peu	Peu	Peu	—
Chlorures	2	2	2	2	2 à 3
Nombre de microbes par cm ³	36	5 à 6	18	21 à 22	31 à 46
Colibacille	0	0	0	0	0
Bacille d'Eberth	0	0	0	0	0

L'eau du lac est beaucoup moins calcaire, donc beaucoup plus douce ; si elle avait dû être bue pure, nous aurions craint que les consommateurs la trouvaient fade ; c'est cependant un défaut auquel on s'accoutume, paraît-il, très facilement. Il est même très probable qu'il amènerait plus tard les consommateurs à reprocher aux eaux de la montagne leur dureté.

Toutes autres données analytiques sont normales dans l'analyse du 18 mars ; elles sont celles d'une eau potable de premier ordre, de qualité égale, sinon supérieure à celle des meilleures sources des Gorges de l'Areuse.

¹ Les chiffres indiquent la distance du rivage et la profondeur au-dessous du niveau de l'eau, l'échantillon étant pris à 5 m. au-dessus du fond du lac. La dernière colonne donne, pour comparaison, les résultats des analyses de l'eau du lac de Constance.

Il n'en est pas tout à fait de même de l'analyse du 10 juin. Ici, la teneur en ammoniacque albuminoïde, c'est-à-dire en matière organique d'origine animale, est relativement très élevée, contrairement à ce que nous constatons dans toutes les bonnes eaux de source. Elle suffirait pour faire taxer tout au moins de suspecte une eau de source. Chose curieuse, ce chiffre élevé est en contradiction avec la petite quantité de bactéries (21 à 22). Or, dans les eaux suspectes ou franchement mauvaises, à une teneur élevée en ammoniacque albuminoïde correspond toujours un chiffre élevé de bactéries (quelques centaines ou même quelques milliers).

Cette anomalie provient de deux causes bien distinctes et qui toutes deux parlent en faveur de l'extraordinaire pureté de l'eau du lac.

D'abord, une bonne partie de cet azote organique n'appartient pas à des produits de désassimilation (comme l'urée) ou de décomposition de la matière organique animale ; elle fait partie de la matière organique organisée et vivante, elle provient du plankton. Ce fait a été constaté à Zurich, par des analyses comparatives de l'eau du lac brute et après la filtration préliminaire qui a pour but de soulager les filtres proprement dits dans leur travail¹. Cette matière organique azotée n'est donc pas un aliment pour les microbes, c'est elle qui les absorbe et les détruit.

Ensuite, nous nous représentons volontiers les microbes comme des êtres en quelque sorte immatériels, à cause de la petitesse de leurs dimensions, qui

¹ Cette filtration préliminaire élimine 84 % du plankton et 50 à 78 % de l'azote organique de l'eau brute.

ne sont cependant pas négligeables. Bien au contraire, les bactéries se sédimentent très rapidement et très complètement, en vertu de leur poids, dans les eaux tranquilles. Dans un bassin tel que le lac, ce mode de purification n'est soumis à aucun des aléas qui sont à redouter avec les filtres dont l'installation et l'entretien sont très coûteux et dont le fonctionnement doit être soumis à un contrôle permanent. C'est pourquoi la sédimentation naturelle est le procédé de purification le meilleur et le plus économique, il ne coûte rien ; il fonctionne d'autant mieux qu'on s'en occupe d'autant moins.

L'eau du lac est donc parfaitement salubre, et répond à tout ce que l'on peut exiger d'une bonne eau d'alimentation¹. D'ailleurs, pourquoi en serait-il autrement ? Partout où sont consommées les eaux lacustres brutes, captées convenablement, cela va sans dire, la santé publique est excellente. Notre lac est un bassin de décantation au moins aussi bon, plutôt meilleur que le lac de Constance ; presque partout, la bande de blanc fond de la rive neuchâteloise est étroite et la noire eau commence à peu de distance du rivage. Ce sont là les meilleures conditions qui puissent être désirées pour le pompage d'une eau pure, fraîche et inépuisable.

Les résultats de cette étude paraissent être de nature à intéresser sérieusement la ville de Neuchâtel. Lorsque les premières sources des Gorges de l'Areuse remplacèrent l'eau du Seyon, on croyait avoir pourvu aux besoins d'une population de 30 000 habitants ; quelques années après, il fallait reconnaître que

¹ Il suffit de la prendre telle qu'elle est, là où elle est pure.

c'était une illusion ; petit à petit, on les renforça successivement par les sources de la Verrière, de Rochefort et de Combe Garot ; celle des Puries s'y ajoutera sous peu, et notre dernière ressource dans cette région sera épuisée. Si la consommation grandit encore, où chercher un renfort qui réponde à nos besoins ?

Pour nous, la réponse est toute prête : dans le lac. Sans doute, la question est complexe ici, il faut premièrement délimiter la zone d'influence des égouts, sous peine de s'exposer à des responsabilités graves. C'est une raison primordiale pour ne pas tarder à la mettre à l'étude, car c'est un travail de longue haleine. Nous estimons de notre devoir d'attirer l'attention des autorités communales sur ce point. Tôt ou tard, il faudra s'y mettre sérieusement, il ne peut être qu'avantageux de s'en occuper immédiatement.



Séance du 29 avril 1904

LES SOURCES ISSUES DE TERRAINS CALCAIRES

ET

LEURS QUALITÉS COMME EAU D'ALIMENTATION

PAR H. SCHARDT, PROFESSEUR

Le XIII^{me} Congrès international d'hygiène et de démographie tenu à Bruxelles du 2-8 septembre 1903 avait à examiner entre autres questions celle des eaux potables, notamment des eaux issues de terrains calcaires. La question y relative était conçue comme suit :

« Etablir, au point de vue des exigences de l'hygiène, les conditions que doivent remplir les eaux issues de terrains calcaires. »

Dans l'idée des organisateurs de la section III du Congrès, ayant trait à la *Technologie sanitaire*, tous les pays qui sont dans la situation d'utiliser des eaux de sources collectées par des terrains calcaires auraient dû envoyer des rapports sur cette question. Cependant, huit rapports seulement lui sont parvenus. Ils sont dus aux représentants des pays suivants :

Angleterre. — M. J. ALLEN HOWE, B. Sc., conservateur du musée de géologie pratique de Londres;

M. HORACE-B. WOODWARD. F. R. S., Geolog. Survey of England.

M. PERCY F. KENDALL, F. G. S., Yorkshire Coll. et Victoria University.

France. — M. LÉON JANET, ingénieur en chef au corps des mines.

M. E.-A. MARTEL, secrétaire général de la Société de spéléologie.

Italie. — M. le Chevalier NICOLIS, à Vérone.

Belgique. — M. E.-A. VAN DEN BROECK, secrétaire général de la Société belge de géologie.

Suisse. — M. H. SCHARDT, professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel.

Il ne peut être question de donner ici des résumés de tous ces rapports qui ne concernent d'ailleurs qu'un nombre restreint de pays où les eaux de sources issues du terrain calcaire sont utilisées pour l'alimentation publique et ont de ce chef été l'objet d'études approfondies. L'Allemagne et l'Autriche, entre autres, qui auraient pu fournir d'importants renseignements, ne sont pas représentées. Les rapports mentionnés ont d'ailleurs des tendances fort différentes. Tandis que M. Albert Howes examine les caractères hydrologiques du calcaire carbonifère de la Grande-Bretagne, M. Woodward se tient à ceux des étages jurassiques ; M. Nicolis entre dans des détails sur la situation géologique et les caractères chimiques et bactériologiques d'une série de sources utilisées pour l'alimentation de onze villes italiennes ; M. Janet établit les conditions que doivent remplir les sources issues du calcaire, si elles doivent servir à l'alimentation comme eau potable et indique les moyens de protection à appliquer dans le champ nourricier de celles-ci.

M. Martel, le savant spéléologue, impressionné par les résultats de ses explorations souterraines qui lui ont révélé la facilité extrême de pénétration des eaux de surface dans cours sourcier, est d'un pessimisme effrayant et place en tête de son rapport les mots sinistres : « *Les eaux issues de terrains calcaires sont pour la plupart du temps dangereuses, — toujours suspectes, —* on ne doit les utiliser qu'après l'étude la plus approfondie et la plus sérieuse de leur origine, de leur circulation souterraine, de leur situation géologique et topographique (qui ne présente que très rarement des éléments de sécurité suffisante) et de leur émergence ; en principe, il ne faut se résoudre à leur emploi que s'il est impossible d'en utiliser d'autres, moins exposées à des causes multiples, variables, permanentes ou temporaires de contamination. »

M. Van den Broeck, hydrologue expérimenté et érudit, auteur d'un important mémoire intitulé *Le dossier hydrologique*, n'a donné de son rapport qu'une synthèse, où il définit les conditions de formation des sources dans les calcaires et les qualités hygiéniques de leur eau, en se montrant à certains points de vue passablement pessimiste aussi ; il conclut en dernier lieu qu'en dehors de l'étude géologique et hydrologique de telles sources avant leur utilisation, une surveillance *continue* s'impose aussi longtemps qu'elles sont utilisées pour l'alimentation comme eau potable.

La discussion au cours des séances, où une vingtaine de spécialistes ont pris la parole, a apporté encore bien des lumières sur cet intéressant problème. Nous ne pouvons pas davantage en relever tous les détails. Ajoutons toutefois que la section du congrès, qui avait pour mission l'examen des eaux issues des terrains

calcaires, a généralement condamné le pessimisme de M. Martel et critiqué l'absolutisme qui réside dans le terme *résurgence* que M. Martel applique aux sources issues de terrains calcaires. Le mot *résurgence* signifie eau réapparaissant à la surface après avoir poursuivi un cours superficiel comme ruisseau¹. Appliqué extensivement à toutes les sources sortant des calcaires, ce terme signifierait donc « sources à eau peu ou pas du tout filtrée », en opposition aux sources issues des terrains filtrants, — graviers, sables, grès, etc.

J'ajoute ici la conclusion finale à laquelle s'est ralliée à l'unanimité la section du Congrès; elle donne la mesure de ce qui est à prendre en considération lorsqu'il s'agit d'utiliser une eau provenant de terrains calcaires; cette conclusion peut servir en quelque sorte de préambule au rapport qu'on va lire, car elle exprime sensiblement l'opinion que j'ai toujours professée au sujet de ces eaux :

Les alimentations au moyen d'eaux issues de terrains calcaires doivent être l'objet d'attentions particulières, en raison des imperfections possibles du filtrage dans les terrains fissurés.

Une enquête minutieuse, au double point de vue hydro-géologique et chimico-biologique, s'impose donc avant tout captage.

La distribution d'eau étant établie, des mesures de surveillance doivent être instituées et poursuivies, tant en ce qui concerne les eaux captées que leur bassin d'alimentation.

¹ Il y a réellement de telles sources, mais elles sont plutôt rares; par exemple, les fuites du lac des Brenets, lorsque le déversoir superficiel est à sec. Dans la plupart des cas, les pertes de cours d'eau superficiels se mêlent à ces cours souterrains préexistants, dont les exutoires ne sont donc que « partiellement » des résurgences.

J'ajoute que ces conclusions doivent s'appliquer tout aussi bien aux sources provenant de tous les terrains dont la perméabilité est le résultat de la simple *fissuration* (et non la porosité, seule condition filtrante), tels les poudingues, grès durs, quartzites, gneiss massifs, granits, etc., *pour autant que ces terrains sont à nu dans le champ collecteur*, c'est-à-dire non couverts de dépôts à propriété filtrante. Je reviendrai sur ce point dans ce qui suit.

Résumé du Rapport sur l'utilisation en Suisse des eaux de sources issues de terrains calcaires.

La question de l'utilisation des eaux de cette catégorie gagnera toujours en importance au fur et à mesure que s'agrandiront et se multiplieront les centres populeux qui ont besoin d'eau potable.

C'est des terrains calcaires, de ces vastes plateaux collecteurs, que s'échappent les sources les plus volumineuses, capables de desservir en eau des villes populeuses. Nul autre terrain, en effet, ne saurait remplir d'une manière aussi complète et étendue le rôle d'un drain absorbant, et concentrer au-dessus de son soubassement marneux ou schisteux imperméable, les eaux d'infiltration venant de la surface. Les massifs calcaires formant les plateaux et chaînes du Jura et des Alpes calcaires, qu'ils soient d'âge jurassique, crétacique ou tertiaire, sont invariablement bordés de sources plus ou moins volumineuses. Les zones calcaires et dolomitiques intercalées sous forme de bandes étroites au milieu des schistes cristallins et du gneiss des Alpes centrales, donnent également nais-

sance à de nombreuses sources, qui, cependant, au lieu de former de puissants émissaires, s'échelonnent plutôt en forme de chapelets le long des pentes, en suivant l'affleurement de la zone calcaire. La traversée d'une vallée sur la trace d'une telle bande calcaire est le point d'émergence prépondérant des eaux.

On peut presque dire que *les sources les plus nombreuses des régions montagneuses sont collectées dans des terrains calcaires.*

Dans les montagnes, où le calcaire joue un rôle secondaire, intercalé qu'il est seulement dans d'autres roches, il acquiert, grâce à sa facile corrosion, qui contribue à agrandir de plus en plus les voies souterraines, une importance prépondérante comme *conducteur des eaux collectées, non seulement par lui-même, mais aussi par les terrains qu'il supporte et avec lesquels il est replié.* Son rôle est dans ce cas absolument celui d'un *drain* et on voit alors des lits calcaires offrant à la surface un développement insignifiant, ou du moins relativement réduit, donner issue à des sources extrêmement volumineuses (Simplon).

Nous pouvons maintenant aborder les questions spéciales servant de programme au rapport demandé, en nous tenant naturellement aux conditions que présentent les diverses régions de la Suisse relativement à ces questions.

I. Quel est le mécanisme de formation des sources sortant des roches calcaires?

Suivant la situation géologique et géographique des terrains calcaires et leurs relations avec des couches superposées, on peut distinguer diverses catégories de sources émergeant de ces terrains.

PREMIER CAS. — *La masse de terrain tout entière, depuis la surface absorbante jusqu'à la source, est exclusivement calcaire, ou entrecoupée seulement de couches marno-calcaires peu importantes.* C'est le cas du massif Portlandien-Séquanien dans le Jura suisse, de même que du Jurassique, du Nummulitique-Urgonien et des dolomites triasiques dans les Alpes calcaires.

Les lithoclasses, fissures invisibles, qui entrecoupent les calcaires de tout âge, sont rapidement élargies par la corrosion causée par les eaux d'infiltration, qui, au début, ne font que pénétrer dans ces joints, pour revenir à la surface à proximité. Mais peu à peu, ces eaux, qui entraînent en moyenne 0,25 gramme de carbonate de chaux par litre, s'enfoncent plus profondément. A la première phase d'érosion, simplement superficielle, succède une *corrosion profonde* et, dans le cours des siècles, l'eau se crée des passages variés se bifurquant, s'anastomosant, descendant ou montant, et dont l'un ou l'autre rencontre des voies de retour à la surface. Je ne connais aucune partie de notre Jura ou d'une région des Alpes calcaires qui ne soit pas, de haut en bas, *entièrement minée par l'action des eaux*, si bien que toutes les eaux météoriques, celle qui s'évapore exceptée, parviennent souterrainement à des sources qui se trouvent ordinairement au bas des coteaux, au contact d'une assise marneuse ou sur l'emplacement d'une faille, soit d'une diaclase maîtresse.

Cette situation paraît évidemment des plus dangereuses si l'eau de telles sources devait être utilisée comme eau potable.

Tant que cette superficie que nous supposons dénudée, c'est-à-dire privée de végétation, est inhabitée,

les sources ne présenteront que l'inconvénient *d'une extrême variabilité* de volume, due à la rapidité du parcours des eaux à travers les fissures du calcaire élargies par la corrosion.

Mais si une telle surface absorbante est peuplée, si le produit des égouts, les eaux usées ou salies par des amas d'immondices s'y répandent, les sources qu'elle alimente *seront nécessairement contaminées* et ne pourront en aucun cas servir pour l'alimentation.

Les eaux superficielles, les ruisseaux, voire même des rivières de fort volume provenant des régions voisines, lorsqu'elles atteignent une telle surface à grande perméabilité, s'y perdent en totalité ou partiellement, ajoutant leur débit aux eaux météoriques propres des sources. C'est pour ce motif qu'on a proposé récemment dans la nomenclature technique le terme de *résurgence* pour ces sources de grand volume à débit très variable, désignées jusqu'ici sous le nom de *sources vauchusiennes* (sources jurassiennes; Jaccard). Mais ce néologisme n'est qu'en partie justifié, car l'eau ayant cheminé superficiellement, avant de s'engouffrer dans les cours souterrains du bassin sourcier, *n'est qu'une partie, souvent fort petite, du débit total de celui-ci.*

DEUXIÈME CAS. — *La surface collectrice du rocher calcaire est couverte d'une nappe ininterrompue ou du moins presque continue de végétation, soit herbacée, soit forestière, supportant une couche de terre végétale d'une certaine épaisseur, capable d'emmagasiner une grande partie de l'eau météorique et de la débiter graduellement ensuite. Le reste du parcours souterrain se fait comme précédemment. Le débit des sources formées dans ces circonstances sera bien plus régulier, les crues*

sont moins rapides, la température sera plus constante.

La situation peut naturellement être influencée comme précédemment par la présence d'agglomérations habitées, par des emposieux dans lesquels s'engouffrent des eaux superficielles ; *mais on doit envisager l'existence de la terre arable comme une circonstance favorable à la régularisation du débit et même comme capable de produire un effet filtrant*, sauf les cas où agissent les influences que je viens de citer.

Dans cette catégorie rentrent de nombreuses sources utilisées depuis fort longtemps comme eau potable. On pourrait citer d'innombrables exemples qui n'ont jamais donné lieu à aucun inconvénient.

TROISIÈME CAS. — *La surface du massif calcaire conducteur de l'eau est couvert d'un véritable sédiment filtrant.* Ce peut être un dépôt argilo-sableux et graveleux morainique ou fluvio-glaciaire, des éboulis bien tassés et entremêlés de matières argilo-sableuses, un placage de grès tertiaire, etc. Alors le calcaire ne fonctionne plus, en somme, comme terrain collecteur ; *il n'est plus que le conducteur de l'eau d'infiltration, au sein duquel s'opère la concentration des eaux et leur amenée à l'émissaire.* De telles sources présenteront un débit très régulier, une température presque invariable et une pureté parfaite.

Mais les dangers cités précédemment existent ou peuvent exister dans ce cas. Si la couverture filtrante purifie l'eau d'infiltration normale, le calcaire, s'il n'est pas entièrement couvert par le dépôt filtrant, peut entrer en contact avec un cours d'eau superficiel, ce qui peut amener une modification complète de la situation. Dans la plupart des cas, l'extension horizon-

tale du calcaire est plus grande que celle de sa couverture filtrante, et le danger signalé peut donc se rencontrer souvent.

QUATRIÈME CAS. — *Le calcaire, tout en affleurant superficiellement, s'enfonce sous forme d'une simple lame peu épaisse à l'intérieur d'un massif montagneux formé de terrains médiocrement perméables, donc filtrants. Il y forme comme un plan de drainage, dans lequel les eaux trouvent une voie d'écoulement plus facile. Tout en contribuant, pour la partie de la surface formant affleurement, à l'absorption des eaux météoriques, il reçoit bien plus d'eaux venant des terrains voisins par la concentration qui a lieu dans ses fissures.* Les sources provenant de telles couches calcaires sont généralement fort pures, sauf le cas où le calcaire conducteur reçoit dans la traversée d'une vallée, par exemple, ou sur un point quelconque de son affleurement, une forte infiltration d'eau superficielle provenant soit d'un ruisseau, soit d'un torrent permanent ou temporaire. Cela reproduirait l'influence que subissent les eaux collectées selon le mode décrit dans le premier cas et dans tous les autres par l'intervention d'une resurgence, s'ajoutant à l'eau de source normale.

CINQUIÈME CAS. — *Dans le Jura comme dans les Alpes calcaires, nombre de sources issues du calcaire subissent, après leur émergence du calcaire, une filtration subséquente, en passant à travers des terrains quaternaires déposés sur leur orifice primaire. Ce sont des sources régénérées, qui apparaissent ordinairement sur le flanc des vallées, au pied des dépôts d'éboulis ou morainiques recouvrant ceux-ci, ou bien encore qui s'échappent des remplissages morainiques ou fluvio-glaciaires*

des tronçons préglaciaires des vallées, lorsque, pendant le creusement nouveau de celles-ci dans le remplissage morainique, *le torrent n'a pas retrouvé le sillon primitif* et a creusé un nouveau lit à côté de l'ancien. Dans les grandes vallées comblées d'alluvion, nombre de sources sortant du calcaire se mêlent d'une façon analogue à l'eau phréatique circulant dans le remplissage quaternaire; d'autres jaillissent en poussant de bas en haut au milieu des alluvions situées à proximité ou à plus ou moins grande distance de la paroi rocheuse (*bugnons* ou *tannes* dans le canton de Neuchâtel).

Il est évident que, quel que soit le mode de formation de ces sources dans leur collecteur et conducteur primitif, suivant l'un des quatre cas précités, *le fait de leur traversée par un gisement de terrain filtrant peut, dans certains cas, en modifier complètement la qualité au point de vue hygiénique*, en assurant à ces eaux une pureté qu'elles n'avaient peut-être pas auparavant.

SIXIÈME CAS. — *Gisements calcaires filtrants*. En dehors des cas qui précèdent, où la roche conductrice est supposée être du calcaire sensiblement pur, présentant la perméabilité en grand, donc parcouru de fissures béantes, souvent même accessibles (cavernes), il y a des formations calcaires auxquelles on peut attribuer des *qualités filtrantes*. Ce sont les roches en bancs minces, marno-calcaires, soit aussi les alternances de calcaires argileux ou de calcaire siliceux avec des schistes calcaires (Néocomien alpin, Dogger et Lias alpins, grès plaquetés du Flysch, etc.). Les fines craquelures qui préexistent dans ces roches aussi bien que dans les calcaires massifs, ont moins de tendance à s'ouvrir sous l'action de la corrosion que

dans les calcaires purs. De plus, les substances insolubles, argile, silice, etc., contenues dans ces terrains, forment bientôt dans les lithoclastes élargies un remplissage poreux pouvant fonctionner comme filtre. Ces terrains ne sont cependant pas susceptibles d'alimenter des sources très volumineuses, en raison même de la difficulté de la circulation et de la concentration des eaux, par suite de la perméabilité médiocre du milieu collecteur. De plus, ces formations étant, en général, subordonnées aux grands massifs calcaires, ou intercalées dans leur milieu, leur rôle n'est que rarement bien indépendant.

II. Ce mécanisme est-il d'une nature telle qu'il puisse assurer en tout temps une épuration parfaite ou peut-il être mis en échec?

Il ressort de ce qui précède que, dans tous les cas, la pureté des eaux d'infiltration collectées par des calcaires est exclusivement dépendante de la *nature de la surface collectrice, le calcaire lui-même étant absolument incapable de produire un effet filtrant*; il fonctionne comme conducteur et collecteur, mais non comme épurateur. *Telle l'eau pénètre à sa surface, telle elle ressort à sa source!*

Si la surface collectrice est dénudée et inhabitée, l'eau ne subira guère d'influence nuisible, sauf qu'elle sera très variable en volume et en température. Une couche végétale continue, surtout forestière, fonctionne comme filtre et régulateur suffisant, *même si elle est parsemée d'habitations, pourvu que celles-ci ne soient pas trop serrées* (deuxième cas). Dans tous les cas, du premier au quatrième, *l'intervention d'eaux superficielles*

par pénétration en grand, modifie entièrement la situation en ramenant les sources des massifs calcaires partiellement à l'état de résurgences. Dans le cinquième cas, la filtration de l'eau s'opère après la sortie du calcaire. Le sixième cas seul donne l'exemple exceptionnel et rare de la filtration par le calcaire même. *Donc, dans un grand nombre, pour ne pas dire dans la plupart des cas, la contamination des eaux issues des calcaires est possible.* Il s'agit par conséquent de reconnaître la nature du champ absorbant des eaux météoriques. Si celles-ci ne subissent aucune influence pouvant les contaminer, le cours sourcier se trouvera dans les conditions d'une citerne bien établie et placée à l'abri des influences de l'égout voisin.

III. Certaines dispositions des massifs calcaires, ou bien certains types de calcaires, sont-ils plus aptes que d'autres à fournir de bonnes eaux ? Ou bien, tous les calcaires, quelle que soit leur disposition géologique et à quel type qu'ils appartiennent, sont-ils par essence dangereux, considérés comme lieu de provenance d'eau destinée à l'alimentation ?

La disposition des bancs n'a aucune influence sur le parcours des eaux au point de vue de leur épuration. Tous les calcaires, en tant qu'il s'agit de calcaires purs, sont également de mauvais filtrants. La qualité des eaux ne sera pas modifiée par le trajet à travers des kilomètres de calcaire. Une surface collectrice salubre et saine fournira de l'eau bonne ; au cas contraire, elle sera mauvaise, sauf dans le cinquième et dans le sixième cas, qui sont plutôt exceptionnels.

IV. Y a-t-il lieu de faire, en matière d'utilisation hydrologique, certaines distinctions entre les calcaires anciens rocheux et les calcaires tendres crayeux, et lesquelles?

Non. Les phénomènes de corrosion et la circulation souterraine de l'eau qui s'ensuit se fait dans les calcaires jurassiques et crétaciques absolument de la même manière que dans les calcaires crayeux tertiaires, tels qu'on en trouve par exemple dans les terrains du Miocène supérieur du Jura (Éningien du vallon du Locle). Les fissures élargies par corrosion, les entonnoirs à la surface, se présentent, dans les deux cas, de la même manière. L'infection d'une eau de source peut donc, dans les deux cas, se faire tout aussi facilement.

V. Est-il parfois des sources sortant des calcaires que l'on puisse conseiller ou tout au moins autoriser, sans trop de restriction, pour l'alimentation?

Certainement, et il y en a beaucoup, à la condition que leur champ collecteur soit situé en dehors des régions à population dense et ne présente pas d'infiltration d'eaux superficielles provenant de marais ou de conduits d'égouts.

Dans un pays à population très dense, il ne doit pas y avoir beaucoup de sources sortant du calcaire qui puissent être utilisées; là, leur nombre est fort restreint, et d'ailleurs l'influence de la densité de la population, comme aussi du système des égouts, se fait sentir sur toutes les eaux souterraines, qu'il s'agisse d'eaux sortant des grès, des moraines, ou des eaux des nappes phréatiques. Je puis

cependant exprimer une opinion moins pessimiste en ce qui concerne la Suisse. Un bon tiers de ce pays (Alpes) est inhabitable ou du moins à population fort clairsemée, et, de ce tiers, une moitié encore est formée de terrains calcaires. *Ce sont là les vrais réservoirs d'eau d'alimentation*, dont on ne peut, certes, pas dire qu'ils sont toujours suspects. Leur champ collecteur inhabité, soit aride, soit couvert de végétation, n'offre, dans un grand nombre de cas, aucune chance de pollution, ni par des égouts, ni par des eaux torrentielles ou des marécages. Les eaux des sources qui s'en échappent sont limpides et ne se troublent qu'exceptionnellement, bien que leur débit soit souvent fort variable, comme celles des sources vaclusiennes. Il faut excepter, toutefois, les sources dont la connexion avec des eaux superficielles infectes est démontrée. *Il est néanmoins évident que l'infiltration directe d'eaux de fusion de glaciers ou de névés ne peut être qualifiée de nuisible.*

Sous ce rapport, la différence entre le Jura et les Alpes calcaires est frappante. Le plus grand nombre des grandes sources du Jura sont en partie des résurgences, manifestement en relation avec des eaux superficielles contaminables. Telles la Noiraigue, la Serrière, l'Areuse, la Loue, la source Bleue, le Lison, l'Orbe et les innombrables sources tant permanentes que temporaires jaillissant sur le flanc du Jura suisse. De plus, dans le Jura, les hauts plateaux et vallons sont assez fortement peuplés; les eaux d'égouts et les eaux ménagères et industrielles se déversent dans des emposieux et par là dans l'une ou l'autre des sources vaclusiennes. On a toutes raisons de suspecter des sources émergeant dans de telles conditions de ter-

raîns calcaires. Toutes ne sont cependant pas dans ce cas. Les gorges de l'Areuse, vallée transversale coupant profondément la première chaîne du Jura, fournit d'importantes sources alimentant Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds en eau potable excellente, grâce à la circonstance que les sources qui y jaillissent correspondent aux cas 1, 2 et 3, sans possibilité d'intervention de cours d'eau superficiels. Il a toutefois été constaté que, pour quelques-unes, la quantité des bactéries varie avec l'abondance de l'eau. Je ne connais dans les Alpes que peu de sources qui pourraient être suspectées, même dans des régions moyennes et inférieures à population humaine et animale assez dense. Cela tient surtout à l'abondante couche végétale dans les régions inférieures; puis, pour le plus grand nombre, à l'absence de population dans les hautes régions, en partie même couvertes de glaciers et de neiges permanentes qui ne sont pas les moindres réserves d'eau pour autant que le produit de leur fusion s'infiltre directement dans le rocher. Certaines sources jaillissant dans ces conditions sont d'une extrême pureté, presque privée de bactéries. Fribourg, Berne, Zurich et Lausanne s'alimentent en eau sortant pour la plus grande partie des massifs calcaires alpins. D'innombrables autres localités suisses, tant dans les Alpes que dans le Jura, sont alimentées par des eaux issues du calcaire. On n'a eu connaissance jusqu'ici que de fort peu de plaintes à l'égard de ces eaux.

VI. Que doivent être les zones de protection des sources issues des calcaires? Comment peut-on les déterminer? En quoi ces zones se différencient-elles des zones de protection des sources sortant d'autres terrains meubles ou rocheux?

Pour l'instant, la région du Jura exceptée, les conditions hydrologiques des sources sortant des terrains calcaires ne sont pas trop défavorables au point de vue hygiénique pour les motifs que je viens d'exposer. Mais il est bien possible, cela paraît même être une fatalité, qu'avec l'augmentation de la population, la construction de vastes hôtelleries dans les régions élevées, ces conditions se modifient par la suite. N'a-t-on pas vu, il y a peu d'années, la source d'un village être infectée par les infiltrations provenant d'un hôtel de montagne, qui déversait ses eaux d'égout sur le coteau calcaire réceptacle de l'eau de la source? Nous n'avons pas encore de loi spéciale prescrivant des zones de protection autour des sources utilisées pour l'alimentation publique. *Le moment viendra, sans doute, où la nécessité d'une pareille législation sera reconnue dans l'intérêt de l'avenir.* Ces zones de protection devraient comprendre toute l'étendue de la surface collectrice sujette à l'absorption en grand. Il ne peut s'agir évidemment d'y interdire l'édification de bâtiments industriels, ruraux, ou d'habitation. Mais on prescrira de construire avec des précautions spéciales, en rendant absolument impossible l'infiltration des produits des égouts et des eaux ménagères et industrielles, par l'adoption d'un système de canalisation étanche.

VII. A-t-on beaucoup d'exemples de villes alimentées en eau de sources issues de calcaires qui ont eu à s'en repentir ?

Pour les motifs exposés ci-dessus, les cas d'infection et d'épidémie résultant d'alimentation au moyen d'eau provenant de terrains calcaires sont heureusement assez rares en Suisse. Les épidémies de typhus ont été produites le plus souvent par l'introduction d'eaux d'égouts dans des conduites d'eau potable mal établies, ou bien encore par l'alimentation au moyen d'eau de lac ou de rivière mal ou pas du tout filtrée. Les infections de sources sont plutôt rares, soit parce que les conditions sont encore assez favorables sous ce rapport, soit parce qu'on a su exclure les sources mal réputées, connues comme étant partiellement des résurgences d'eaux superficielles.

VIII. Comment a-t-on remédié au mal ? Et la sécurité d'avenir peut-elle être considérée comme assurée ?

Dans les cas de sources contaminées, on a rejeté celles-ci définitivement. L'établissement d'égouts absolument étanches peut rendre, après un certain temps, la pureté primitive à des eaux de sources momentanément contaminées.

Plusieurs villes suisses sont alimentées avec de l'eau puisée dans des lacs. Ainsi, Genève se sert d'eau du lac Léman *non filtrée* ; mais c'est de l'eau superficielle puisée à proximité de l'émissaire de ce grand bassin limnal. La ville de Zurich utilise de l'eau du lac du même nom en la filtrant ; mais on dépense actuellement de grosses sommes d'argent pour l'ad-

duction d'eau de sources, sortant des montagnes en partie calcaires des Alpes. La ville de Saint-Gall a de même une distribution d'eau mixte; les eaux proviennent en partie de sources de montagnes calcaires, en partie du lac de Constance; ces dernières sont filtrées.

La filtration artificielle donne de bons résultats, lorsqu'il s'agit de quantités relativement faibles; mais dès qu'il faut traiter de grands volumes d'eau, cette opération devient très onéreuse, et lorsque les appareils sont un peu trop mis à contribution, leur efficacité devient douteuse. Si les sources sortant de montagnes calcaires peuvent, par suite de la surpopulation, subir des influences nuisibles, *il en est bien plus encore ainsi pour les lacs des régions basses, dont l'eau devient de plus en plus infectée, tant par les égouts et les immondices que par les eaux industrielles, si bien que, quoique filtrée, elle conserve un goût détestable, sans compter que l'effet de la filtration vaut juste ce que vaut l'état du filtre et que cette opération est donc toujours sujette à caution.*

IX. Dans quelles conditions peut-on, sans trop d'appréhensions, alimenter les villes en eau sortant des calcaires?

Il est évident que toutes les sources qui sont en partie des résurgences, et celles qui sont issues de terrains calcaires à surface collectrice fortement peuplée, occupée par des cimetières ou des industries produisant des eaux infectes, *doivent être déclarées suspectes et n'être utilisées qu'en les contrôlant en permanence au point de vue de leur teneur en ammoniacque, acide azoteux, et surtout au point de vue bactériologique.*

Mais il est juste de constater qu'il n'y a pas seulement les eaux de sources sortant des calcaires qui sont sujettes à s'infecter. Les nappes phréatiques, dont on dit tant de bien, à cause de l'effet filtrant attribué aux graviers et sables, sont tout à fait dans le même cas à proximité de centres populeux, ou à l'intérieur de ceux-ci.

Dans notre pays, le nombre des sources issues de terrains calcaires et qui servent à l'alimentation est extrêmement grand, d'autant plus que nous devons classer dans cette catégorie non seulement les eaux collectées par des *calcaires proprement dits*, mais aussi celles sortant des *bancs de grès de la mollasse miocène, des poudingues tant tertiaires que quaternaires*, qui forment la superficie d'une grande partie du plateau suisse et dont l'effet n'est pas plus filtrant; donc, la plupart de nos sources de la région montagneuse et du plateau rentrent dans cette catégorie.

La situation est, dans la plupart des cas, extrêmement favorable, pour le présent du moins. *La rareté des cas de contamination est due au fait que les surfaces absorbantes des eaux sont généralement fort peu peuplées, sinon inhabitées, et, au surplus, couvertes de végétation, surtout arborescente*; puis par la filtration à travers l'épais manteau d'humus composé d'aiguilles résineuses à décomposition fort lente.

Malgré la situation très favorable dans laquelle nous trouvons, il faut envisager l'avenir et prendre toutes les précautions possibles. Si aujourd'hui un certain nombre de sources du Jura, et si la plupart des sources des Alpes calcaires et du plateau tertiaire (sources issues des grès et poudingues) répondent au qualificatif d'*eau salubre*, c'est parce que leur surface collectrice

se trouve dans de bonnes conditions. Dans les régions inférieures, les dépôts morainiques et fluvio-glaciaires constituent même une excellente surface filtrante.

Mais il n'en sera peut-être pas toujours ainsi. Nous ne sommes pas maître du champ collecteur. Le possesseur ou l'usufruitier de la source n'a pas toujours le droit de disposer du champ collecteur, lors même qu'il est appelé souvent à payer fort cher l'eau dont il a besoin.

Il importe que le législateur prescrive cette servitude, en vertu même du fait que *la nature des eaux des sources dépend directement de l'état dans lequel se trouve le champ nourricier de celles-ci*. Cette zone doit être protégée, afin de mettre l'eau à l'abri des contaminations, soit volontaires, soit involontaires; *c'est là une exigence élémentaire et impérieuse de la salubrité et de l'hygiène publiques*.

C'est en vue de l'amélioration des eaux, qu'au cours de mes études pour le captage de sources destinées à l'alimentation de localités tant du Jura que des Alpes, je recommande toujours de planter en forêt la surface collectrice, pour autant qu'elle dépend du domaine public ou communal, et de s'entendre au besoin avec les propriétaires particuliers du sol pour faire cette opération. Sa réalisation est généralement d'autant plus facile que le gouvernement suisse, ému à bon droit des ravages du déboisement des forêts, subventionne tous les travaux tendant à augmenter le domaine forestier. C'est faire double bénéfice en protégeant la forêt et en augmentant sa surface, car, du même coup, on augmente la richesse nationale et on préserve les sources, dont la conservation est une des conditions du bien-être physique du peuple.

Mais là n'est pas la seule garantie à viser. L'augmentation de la population et surtout l'exploitation des sites alpestres et jurassiens par l'industrie hôtelière devient un vrai danger pour les sources. Pour ces grands caravansérails, on ne se donne généralement pas la peine de conduire les eaux d'égout en lieu sûr; c'est l'emposieu le plus rapproché qui en devient le réceptacle, si même on ne se contente pas d'un puits perdu artificiel. *Il y a donc urgence de voir de quelle manière on peut garantir la pureté des eaux des sources, qui est un des facteurs essentiels de la salubrité publique.* Le programme à réaliser à cet effet devra consister dans la protection des surfaces collectrices des sources, par le reboisement, par l'interdiction de déverser des eaux infectes dans les emposieux ou dans des puits perdus, par l'obligation de munir les constructions d'égouts absolument étanches jusqu'au plus prochain cours d'eau superficiel. Enfin, le détournement artificiel des pertes de ruisseaux superficiels, la fermeture des emposieux et leur aveuglement artificiel au moyen d'une bonne couche de terre et de sable, sont des moyens accessoires à mettre en pratique pour améliorer une situation déjà compromise. La base de ces travaux et de ces prescriptions devra être une étude hydrologique et géologique de chaque source ou groupe de sources utilisées pour l'alimentation, ou dont on tend de faire usage dans ce but. Le résultat sera un puissant appoint pour la réalisation du projet qui a pour but de fixer les conditions hygiéniques et sanitaires du bien-être physique des habitants d'une région, des agglomérations populaires surtout!

Séance du 29 avril 1904

L'ANATOMIE CAULINAIRE

DES

CAREX SUISSES

PAR H. SPINNER, D^r ÈS-SCIENCES

Ce travail a été entièrement exécuté au laboratoire botanique de l'Académie de Neuchâtel, dont M. le professeur Tripet a mis obligeamment à notre disposition l'Herbier Lerch et le sien propre.

Nous tenons à lui exprimer notre vive reconnaissance. Toute notre gratitude aussi à M. le prof. Schinz, qui nous a permis d'utiliser l'Herbier suisse du Musée botanique de l'Université de Zurich.

INTRODUCTION

Ayant publié en 1903 (voir *Bulletin Soc. sc. nat.*, t. XXX, page 65) un travail sur l'« Anatomie foliaire des Carex suisses », nous en donnons aujourd'hui une suite dans l'étude anatomique des *tiges* de ces mêmes Carex.

Les coupes ont toutes été faites sur des *exemplaires mûrs au-dessous de la dernière bractée*.

L'examen macroscopique des organes caulinaires en question révèle peu de choses, la forme plus ou

moins polygonale de la tige, les fines cannelures qui la strient, la rudesse relative de leur surface.

Une coupe transversale mince examinée au microscope montre une structure assez semblable à celle de la feuille, car elle est composée absolument des mêmes éléments, à cette différence toutefois que l'épiderme n'y est plus différencié en épiderme supérieur et inférieur.

Nous suivrons une marche identique à celle du travail précédent. Nous commencerons par la *liste des espèces étudiées*.

Dans la colonne Herbier :

T = Herbier Tripet	} de l'Académie de Neuchâtel.
L = Herbier Lerch	
S = Herbier suisse du Musée du Jardin botanique de l'Université de Zurich.	

Nous avons cette fois laissé les hybrides de côté.

LISTE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

N°	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
1	<i>Carex acuta</i> , L.	T	Favrat	Sous Lausanne
2	» » var. <i>aerandra</i>	»	Gérard	Châtel (Vosges)
3	» » » <i>personata</i>	L	Eichelbaum	Grünenwald, près Berlin
4	» » »	»	Lerch	Au Bied, rives du lac de Neuch.
5	<i>C. acutiformis</i> , Ehrh.	»	Spinner	Bords de la Kemp, près Kemptal
6	» » »	»	»	Ruisseau de forêt, Zurichberg
7	» » »	T	Bourdout	Bressolles en Allier (France)
8	» » »	»	Tripet	Fossés entre St-Jean et le Landeron
9	<i>C. alba</i> , Scop.	»	Spinner	Pleines roches sur Neuchâtel
10	» » »	»	»	Colline du Kemptal
11	» » »	»	Entleutner	Taillis à Memmingen
12	» » »	»	»	Wingtwang (Haute-Autriche)
13	<i>C. aterrima</i> , Hoppe	»	Longa	Val Petina, près Bormio
14	» » »	»	Morthier	Val Fex (Haute-Engadine)
15	» » »	»	Tripet	Entre Randa et Zermatt
16	» » »	»	Duda	Monts des Géants (Riesengebirge)
17	<i>C. atrata</i> , L.	»	»	»
18	» » »	L	Lerch	Giétroz (Val de Bagnes)
19	» » »	»	Bernand	Dollepalle (Tyrol)
20	» » »	»	Lerch	Stockhorn
21	<i>C. bicolor</i> , All.	T	Wilczek	Zinal
22	» » »	»	Masson	Schwarzsee de Zermatt
23	» » »	»	Morthier	Mattmark, Saas
24	» » »	»	»	Val de Bagnes
25	<i>C. brizoides</i> , L.	»	Behrendsen	Kornbusch, près Francfort s. O.
26	» » »	»	Griewank	Rostocker Haide
27	» » »	»	Berher	Epinal
28	» » »	»	Lerch	Bremgartnerwald, près Berne
29	<i>C. brunescens</i> , Poir.	S	Schröter	Mattmarksee, Saastal
30	» » »	»	Favrat	Grimsel
31	<i>C. Persoonii</i> , Sieb.	»	Kneucker	Entre hôtel Gletsch et glacier du Rhône
32	» » »	»	Tièche	Bellelay
33	<i>C. Buxbaumii</i> , Wahlg.	T	Wilczek	Altstätten (Zurich)
34	» » »	L	Bader	Marais de Valeyres
35	» » »	»	Bænitiz	Près de la tuilerie royale,
36	» » »	»	»	à Königsberg
37	<i>C. caespitosa</i> , L.	T	Hülßen	Staykowo, près Posen (Prusse)
38	» » »	»	Wahlstedt	Christianstad
39	» » »	L	Lerch	Couvet
40	» » » (C. vulgaris, Fr.)	»	»	Les Eplatures
41	<i>C. canescens</i> , L.	T	Herz	Harta (Bohême)

N ^o	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
42	<i>C. canescens</i> , L.	T	Blake	Harrisson, Maine, U. S. A.
43	" " "	"	Tripet	Joux-du-Plâne
44	" " "	S	Huguenin	Val Piora
45	<i>C. capillaris</i> , L.	T	Tripet	Grand Saint-Bernard
46	" " "	L	"	Entre Sils et Silvaplana
47	" " "	"	Lerch	Fluhalp, pr. du glacier de la Dalla
48	" " "	T	Jacob	Mauvoisin, près Bagnes
49	<i>C. chordorrhiza</i> , Ehrh.	"	Wilczek	Lac de Pfäffikon
50	" " "	"	Indebetton	Hedemora, en Dalécarlie (Suède)
51	" " "	"	Morthier	Tourbière de la Vraconne
52	" " "	"	Tièche	Tourbière de Bellelay
53	<i>C. claviformis</i> , Hoppe	L	Tripet	Anzeindaz sur Bex
54	" " "	T	Schröter	Fürstenalp sur Trimmis (Grisons)
55	" " "	"	Tripet	Solalex sur Bex
56	<i>C. contigua</i> , Hoppe	"	Spinner	Jardin botanique de Zurich
57	= <i>C. muricata</i> , L.	"	"	Serroue sur Peseux
58	<i>C. contigua</i> , Hoppe	"	Hervier	Romans (Drôme)
59	" " "	"	Bourdot	Iseure (Allier)
60	<i>C. curvula</i> , Hall.	"	Spinner	Lavirums (Haute-Engadine)
61	" " "	"	Benner	Pic-Blanc de Gèdre (Pyrénées)
62	" " "	"	Jäggi	Albula
63	" " "	"	Andeer	Muottas, Alpe Präsuras (Val Münster)
64	<i>C. cyperoides</i> , L.	"	Berher	Fontenay-le-Château (Vosges)
65	" " "	"	"	"
66	" " "	"	Rechinger	Schrems (Basse-Autriche)
67	" " "	"	Michalet	Monte-Campione (Haute-Italie)
68	<i>C. Davalliana</i> , Sm.	"	Spinner	Katzensee
69	" " "	"	Entleutner	Memmingen (Bavière)
70	" " "	"	Berher	Epinal
71	" " "	"	Tripet	Sous Chézard (Val-de-Ruz)
72	<i>C. digitata</i> , L.	"	Spinner	Sur Neuchâtel
73	" " "	"	"	Zurichberg
74	" " "	"	Behrendsen	Buschenmühle, Francfort s. O.
75	" " "	L	Lerch	Bois près de Couvet
76	<i>C. dioica</i> , L.	T	Jäggi	Katzensee
77	" " "	"	"	"
78	" " "	"	Grezet	Marais des Ponts
79	" " "	"	Lentz	Éimatte, près Berne
80	<i>C. distans</i> , L.	L	Lerch	Bois de Choillon
81	" " "	T	Huet	Paquiers, près Hyères
82	" " "	S	Wolf	Sion
83	" " "	"	Favrat	Sur Lausanné
84	<i>C. disticha</i> , Huds.	T	Anthelme	Semur en Brionnais
85	" " "	"	"	" (Saône-et-Loire)
86	" " "	S	de Clairville	"
87	" " "	"	Vetter	Marais de Villeneuve

N°	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
88	<i>C. echinata</i> , Murr.	T	Kugler	Pfronten (Allgau)
89	» » »	S	Arbenz	Schratten (Obwald)
90	» » »	»	Vetter	Vallée de Joux
91	» » »	»	Hegetschweiler	Kappel
92	<i>C. elongata</i> , L.	T	Wilczek	Forêt au Katzenssee
93	» » »	»	»	»
94	» » »	»	Chapellier	Chaumouzey, près Epinal
95	» » »	»	Rychner	Katzensee
96	<i>C. ericetorum</i> , Poll.	»	Spinner	Hohwülfligen, près Töss
97	» » »	»	»	Zurichberg
98	» » »	L	Steffens	Spitzberg (Prusse occidentale)
99	» » »	»	»	Botzen (Tyrol)
100	<i>C. ferruginea</i> , Scop.	T	Huet	Mont-Cheiron, Alpes-Maritimes
101	» » »	»	»	»
102	» » »	»	Rossetti	Seravezza, Etrurie
103	» » »	L	Christener	Grindelwald
104	<i>C. filiformis</i> , L.	»	Lerch	Près du lac des Taillères
105	» » »	T	Rychner	Katzensee
106	» » »	»	»	»
107	» » »	»	Dieudonné	Wast Meerbeck, près Anvers
108	<i>C. fimbriata</i> , Schkr.	»	Bernoulli	Riffel
109	» » »	L	Morthier	»
110	» » »	T	»	»
111	<i>C. firma</i> , Host.	»	Bernoulli	Flims (Grisons)
112	» » »	»	»	»
113	» » »	L	Christener	Grindelwald, glacier inférieur
114	» » »	»	Lerch	Wengernalp
115	<i>C. flacca</i> , Schreb.	»	Spinner	Pierre-à-Bot, sur Neuchâtel
116	» » »	»	»	Turgi
117	» » »	»	»	Grèves de Saint-Blaise
118	» » »	»	»	Grande côte de Chaumont
119	<i>C. flava</i> , L.	»	»	Jardin botanique de Zurich
120	» » »	»	»	Près de Fontaines (Neuchâtel)
121	» » »	T	»	Harta (Bohême)
122	» » »	L	Lerch	Couvet
123	<i>C. foetida</i> , Vill.	T	Bernoulli	Alpe Nagiens, près Flims
124	» » »	»	Cornaz	Zwischbergen, sur Gorio
125	» » »	»	»	Val Venina
126	» » »	»	Sire	Grand Saint-Bernard
127	<i>C. frigida</i> , All.	»	Cornaz	Alpe Plaghera (Bormio)
128	» » »	L	Lerch	Faulhorn
129	» » »	T	Romieux	Tour d'Anzeindaz
130	» » »	»	Berher	Hohneck (Vosges)
131	<i>C. Goodenoughii</i> , Gay	»	Clerc	Jaroslavl
132	» » »	»	Griewank	Bassow (Mecklembourg)
133	» » »	»	Tillet	Pierre sur Haute (Loire)

N°	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
134	<i>C. Goodenoughii</i> , Gay	T	Reverchon	Monte-Nino (Corse)
135	<i>C. gynobasis</i> , Vill.		Spinner	Pertuis-du-Sault, sur Neuchâtel
136	» » »	L	Lerch	Rochers du Creux-du-Van
137	» » »	»	»	Rochers de la Caroline, à Fleurier
138	» » »	T	Berlier	Nancy
139	<i>C. heleonastes</i> , Ehrh.	»	Morthier	Tourbière de la Vraconne
140	» » »	»	Hegetschweiler	Geissboden, près Zoug
141	» » »	»	Lerch	Marais de Bémont
142	» » »	S	»	La Brévine
143	<i>C. hirta</i> , L.	T	Gérard	Nomexy (Vosges)
144	» » »	»	»	Pringy, près Neuilly (Aisne)
145	» » »	»	Saronon	Beauregard (Ain)
146	» » »	»	»	Villa Albaredo (Mantoue)
147	<i>C. Hornschuchiana</i> , Hop.	L	Lerch	Couvét
148	» » »	T	»	Dänketscherben
149	» » »	»	Tripet	Lac de Saint-Blaise
150	» » »	»	Gérard	Frizon-Saint-Vallier (Vosges)
151	<i>C. humilis</i> , Leyss.		Spinner	La Tourne (Neuchâtel)
152	» » »	»	»	Pertuis-du-Sault, sur Neuchâtel
153	» » »	T	Matz	Hollabrunn (Basse-Autriche)
154	» » »	»	Marthe	Tarascon
155	<i>C. incurva</i> , Lightf.	»	Bernoulli	Täschalp, Zermatt
156	» » »	»	Fridtz	Evenes Ofoten, Nordlandia
157	» » »	»	Morthier	Mattmarksee (Vallée de Saas)
158	» » »	»	»	Entre Bevers et Ponte (Haute-Engadine)
159	<i>C. irrigua</i> , Sm.		Herz	Pantschwiese (Monts des Géants)
160	» » »	L	Lerch	Grimsel
161	» » »		Christener	Grande Scheidegg
162	» » »	T	Höger	Pantschwiese (Monts des Géants)
163	<i>C. juncella</i> , Fr.	L	Luhr	Vestmannia (Suède)
164	» » »	T	Holm	Abjöneborg (île Mono Dania)
165	» » »	S	Mœhrlen	Le Sentier (Vallée de Joux)
166	<i>C. lagopina</i> , Wahlbg.	T	Skanberg	Cap Nord
167	» » »	»	Bernoulli	Roc de la Vache, sur Zinal
168	» » »	»	Favrat	Grimsel
169	» » »	S	Hegi	Albignofall (Val Bregaglia)
170	<i>C. lepidocarpa</i> , Tausch.	L	Schultz	Bergzabern (Palatinat)
171	» » »	»	Grantzow	Prenzlau (Prusse)
172	» » »	T	Wilczek	Katzensee
173	<i>C. leporina</i> , L.	»	Reverchon	Evisa (Corse)
174	» » »	»	Kugler	Bernbeuren (Bavière)
175	» » »	»	Clerc	Jaroslavl (Russie)
176	» » »	»	Burton	Bidston, Cheshire (Angleterre)
177	<i>C. limosa</i> , L.	»	Wilczek	Katzensee
178	» » »	L	Lerch	Vallée des Ponts
179	» » »	»	»	Près du lac des Taillères

N°	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
180	<i>C. limosa</i> , L.	T	Clerc	Jaroslavl (Russie)
181	<i>C. microglochin</i> , Wahlbg.	»	Morthier	Bords de l'Inn, près Bevers
182	» » »	S	Vetter	Barma d'Hérémence
183	» » »	»	Fischer	Albula
184	» » »	»	Käser.	Val Bregalga
185	<i>C. microstyla</i> , Gay	T	Carron	Grand Saint-Bernard
186	» » »	»	Masson	»
187	» » »	S	Favrat	Grimsel
188	» » »	»	Carron	Grand Saint-Bernard
189	<i>C. montana</i> , L.	»	Spinner	Zurichberg
190	» » »	L	Lerch	Environs de Couvet
191	» » »	»	»	»
192	» » »	T	Wetschsky	Radoschau (Haute-Silésie)
193	<i>C. mucronata</i> , L.	»	Kugler	Aggenstein sur Pfronten
194	» » »	»	»	»
195	» » »	»	Bernoulli	Flimserstein (Grisons)
196	» » »	»	Tillet	Col de l'Arc (Isère)
197	<i>C. nigra</i> , (L.) All.	»	Jäggi	Albula
198	» » »	»	Jacob	Simplon
199	» » »	»	Lerch	Faulhorn
200	» » »	»	Carron	Grand Saint-Bernard
201	<i>C. nitida</i> , Host.	»	Godet	Pelouses d'Orange
202	» » »	L	Lerch	Branson (Valais)
203	» » »	»	»	Col de la Fenêtre (Val d'Aoste)
204	» » »	T	Masson	Les Pierrettes, près Lausanne
205	<i>C. Oederi</i> , Ehrh.	»	Gérard	Nomexy (Vosges)
206	» » »	L	Lerch	Marais de Thièle
207	» » »	T	Reverchon	Evisa (Corse)
208	<i>C. ornithopoda</i> , Willd.	»	Spinner	Roche de l'Ermitage, s. Neuchâtel
209	» » »	L	Lerch	Creux-du-Van
210	» » »	»	»	»
211	» » »	T	Kugler	Schwabhausen (Haute-Bavière)
212	<i>C. Pairwi</i> , F. Schultz	»	Paira	Bois de Gendertheim
213	» » »	S	Wolf	Derrière Tourbillon, près Sion
214	» » »	»	»	Bramois
215	<i>C. pallescens</i> , L.	L	Lerch	Couvet
216	» » »	T	Reverchon	Catagnona (Corse)
217	» » »	»	Tièche	Moron (Jura bernois)
218	» » »	»	Wilczek	Kalzensee
219	<i>C. panicea</i> , L.	»	Spinner	Zurichberg
220	» » »	»	»	Seebach, près Zurich
221	» » »	L	Lerch	Couvet
222	» » »	T	Tripet	Au-dessous de Chézard
223	<i>C. paniculata</i> , L.	»	Spinner	Kalzensee
224	» » »	T	Richter	Rajecz Irencséu megye (Hongrie)
225	» » »	»	Krummel	Taube See (Brunswick)

N°	ESPÈCES	Donateur	DONATEUR	ORIGINE
226	<i>C. paniculata</i> , L.	S	Hegi	Marmore, près Sils
227	<i>C. paradoxa</i> , Willd.	T	Ruhmer	Jungfernheide (Berlin)
228	" " "	"	Linton	Ranworth (Norfolk, Angleterre)
229	<i>C. pauciflora</i> , Lightf.	"	Jäggi	Scheurenmoos, près Cappel
230	" " "	"	Tripet	Pontins, sur Saint-Imier
231	" " "	S	Vetter	Le Sentier
232	" " "	"	Baur	Einsiedeln
233	<i>C. pendula</i> , Huds.	T	Kugler	Schloss-Zeil (Souabe)
234	" " "	L	Lerch	Chanéaz, près Boudry
235	" " "	T	Berher	Steinbach (Vosges)
236	" " "	"	Lerch	Ferme Robert, sur Noiraigue
237	<i>C. pilosa</i> , Scop.	"	Spinner	Zurichberg
238	" " "	L	Tripet	Chaumont, près de l'hôtel
239	" " "	"	Guinet	Bois des Frères, près Genève
240	" " "	"	Lerch	Bremgartnerwald (Berne)
241	<i>C. pilulifera</i> , L.	T	Gérard	Plateau d'Helfaut
242	" " "	L	Lerch	Entre la Brévine et la Cornée
243	" " "	"	"	Chasseron
244	" " "	"	"	La Vraconne
245	<i>C. polyrhiza</i> , Wallr.	"	Spinner	Seebach (Zurich)
246	" " "	T	Wilczek	Erlikon (Zurich)
247	" " "	"	"	" "
248	" " "	L	Lerch	Zurichberg
249	<i>C. praeox</i> , Schreb.	S	Schinz	Monte-Generoso
250	<i>C. Pseudocyperus</i> , L.	T	Beaudoin	La Fine, Alençon (Orne)
251	" " "	"	Mailho	Pamiers (Ariège)
252	" " "	"	Holuby	Val Vagi (Stanovisko, Hongrie)
253	" " "	L	Tripet	Lac Eschi (Soleure)
254	<i>C. pulcaris</i> , L.	T	Runge	Hamm (Westphalie)
255	" " "	"	Foucaud	Montendre (Charente-Inférieure)
256	" " "	"	Berher	Epinal
257	" " "	S	Möhrlen	Baulmes (Vaud)
258	<i>C. punctata</i> , Gaud.	T	Corbière	Fermanville, près Cherbourg
259	" " "	"	Tripet	Ponte-Brolla, près Locarno
260	" " "	L	Muret	" "
261	" " "	T	Masson	" "
262	<i>C. remota</i> , L.	"	Anthelme	Saint-Médard (Loire)
263	" " "	"	"	" "
264	" " "	"	Tripet	Wavre (Neuchâtel)
265	" " "	"	Moller	Ademia, Coïmbre (Portugal)
266	<i>C. repens</i> , Britt.	S	Rostand	Bords du Tessin, à Pavie
267	<i>C. riparia</i> , Curt.	"	Spinner	Jardin botanique de Zurich
268	" " "	"	"	Landeyeux, Val-de-Ruz (Neuchâtel)
269	" " "	T	Gibelli	Mantoue
270	" " "	L	Tripet	Entre le Landeron et Saint-Jean
271	<i>C. rostrata</i> , With.	T	Garnier	Lac Luitel (Dauphiné)

	ESPÈCES	Berher	DONATEUR	ORIGINE
72	<i>C. rostrata</i> , With.	L	Lerch	Couvet
73	» » »	T	Garnier	Lac Luitel (Dauphiné)
74	» » »	»	»	» » »
75	<i>C. rupestris</i> , All.	»	Favrat	Col du Simplon
76	» » »	»	Bordère	Gavarnie (Pyrénées)
77	» » »	S	Kneucker	Riffel (Zermatt)
78	» » »	»	Käser	Alpe Cresta
79	<i>C. sempervirens</i> , Vill.	L	Lerch	Creux-du-Van
80	» » »	»	»	Chasseron
81	» » »	»	»	Anzeindaz, sur Bex
82	» » »	T	Porta	Tyrol méridional
83	<i>C. silvatica</i> , Huds.	»	Spinner	Pleines roches, sur Neuchâtel
84	» » »	»	»	Turgi (Argovie)
85	» » »	»	»	Hauts-Geneveys (Neuchâtel)
86	» » »	»	»	Cava Carbonare (Haute-Italie)
87	<i>C. sparsiflora</i> , (Wahl.) St.	»	Renterman	Westmanland (Suède)
88	» » »	»	Clerc	Jaroslavl
89	» » »	»	Fridtz	Svarthjern, près Christiania
90	» » »	S	Schneider	Schwalhorn (Faulhorn)
91	<i>C. stricta</i> , Good.	»	Spinner	Zurichberg
92	» » »	»	»	Jardin botanique de Zurich
93	» » »	T	Autheman	L'Isle, sur Sorgues (Vaucluse)
94	» » »	L	Lerch	Couvet
95	<i>C. strigosa</i> , Huds.	»	Himichsen	Jardin zoologique de Schleswig
96	» » »	T	Lerch	Mühlburg (Karlsruhe)
97	» » »	»	Boulay	De Clermont à Beaulieu (Meuse)
98	» » »	»	Jäggi	Hausen a. Albis
99	<i>C. tenax</i> , Reut.	»	»	Monte San-Salvatore
100	» » »	L	»	San-Salvatore
101	» » »	S	Baumann	»
102	<i>C. tenuis</i> , Host.	L	Lerch	Creux-du-Van
103	» » »	»	»	Noirvaux
104	» » »	»	»	Tête-de-Ran
105	» » »	T	Gautier	Le Rosier (Gorges du Tarn)
106	<i>C. teretiuscula</i> , Good.	»	Griewank	Dassow (Mecklembourg)
107	» » »	»	Berher	Epinal
108	» » »	»	Wilczek	Katzensee
109	» » »	»	Tripet	Les Ponts
110	<i>C. tomentosa</i> , L.	»	Krummel	Rautheimerholz (Brunswick)
111	» » »	»	»	Villa Albaredo (Mantoue)
112	» » »	»	Beaudoin	Alençon (Orne)
113	» » »	»	Tripet	Au-dessus de Chézard
114	<i>C. turfosa</i> , Fr.	L	Berlin	Konradsbey (Stockholm)
115	» » »	»	Grenier	Pontarlier
116	<i>C. ustulata</i> , Wahlbg.	T	Käser	Zebles-Pass, Samnaun
117	» » »	L	Muret	Vallée de Bagnes

N°	ESPÈCES	Herbier	DONATEUR	ORIGINE
318	<i>C. ustulata</i> , Wahlbg.	L	Widgren	N. Dovre Kongsvold (Norvège)
319	» » »	T	Faure	Val Faillante, Mont-Viso
320	<i>C. Vahlü</i> , Schkur.	L	Tripet	Albula
321	» » »	»	Lerch	»
322	» » »	»	Jetterstedt	Alten, Finmarken (Norvège)
323	<i>C. verna</i> , Vill.		Spinner	Seebach
324	» » »		»	Turgi
325	» » »	T	Gérard	Portieux (Vosges)
326	» » »	»	Halacsy	Weidling (Basse-Autriche)
327	<i>C. vesicaria</i> , L.	»	Marton	St-Tötfalu (Hongrie)
328	» » »	»	»	»
329	» » »	L	Lerch	Neuchâtel
330	» » »	T	Tripet	Seyon, sous Chézard
331	<i>C. virens</i> , Lam.	»	Piccone	Albissola (Ligurie)
332	» » »	»	Wilczek	Zurich, jardin
333	» » »	S	Vetter	Entre Orbe et Valeyres
334	» » »	»	Appel	Enge (Schaffhouse)
335	<i>C. vulpina</i> , L.		Spinner	Hasenberg, sur Stuttgart
336	» » »	T	Moller	Campos da Geira Coïmbre
337	» » »	»	Hansen	Langballig (Schleswig)
338	» » »	S	Vetter	Orbe
339	<i>C. baldensis</i>	T	Cornaz	Monte-Resegone (Lecco)
340	» »	»	Käser	Monte-Campione

CHAPITRE I^{er}

FORME DE LA TIGE

Sur une coupe transversale, la tige des *Carex* offre, comme la feuille, les formes les plus variées. Mais, il est toujours possible de les ramener à deux types, le cercle et le triangle. Il nous a paru nécessaire de multiplier le nombre des formes modèles afin d'éviter les confusions, aussi à partir du cercle distinguerons-nous 17 types plus ou moins différenciés, savoir :

1. TYPE MUCRONATA. — La tige est cylindrique, plus ou moins striée, la largeur pouvant être jusqu'à 1,25 de l'épaisseur. (Pl. I, 1.)

2. TYPE DIOICA. — La largeur dépassant 1,25 de l'épaisseur, la coupe devient franchement elliptique, parfois ovale, mais ne présente encore aucune apparence triangulaire. (Pl. I, 2.)

3. TYPE SILVATICA. — Trois angles apparaissent, mais très arrondis, les 3 faces de la coupe restent plus ou moins bombées. (Pl. I, 4.)

4. TYPE HUMILIS. — Ce type dérive de 1 ou 2 tronqué à l'un des pôles; la coupe présente l'aspect d'un fer à cheval fermé. (Pl. I, 3.)

5. TYPE GYNOBASIS. — A partir de 4, la face plane devenant concave, la coupe prend la forme d'un large croissant. (Pl. II, 13.)

6. TYPE CONTIGUA. — A partir de 3, les faces demeurant convexes, les angles deviennent proéminents comme des éperons. (Pl. I, 5.)

7. TYPE CYPEROIDES. — Ce type ne diffère de 3 que parce qu'une des faces est devenue plane. (Pl. II, 14.)

8. TYPE BRIZOIDES. — Cette forme de coupe dérive de 6 et n'en diffère de même que par l'aplatissement de l'une des faces. (Pl. III, 19.)

9. TYPE PILOSA. — Continuant la série nous avons ici la coupe triangulaire à une seule face bombée et deux planes. (Pl. II, 12.)

10. TYPE IRRIGUA. — Ce type est semblable au précédent sauf que deux des angles forment éperon, prolongeant les côtés latéraux. Cette forme est du reste assez indécise. (Pl. III, 17.)

11. TYPE ELONGATA. — Cette coupe est encore semblable à 9, mais avec des éperons sur la ligne de la base du triangle. Cette forme est toujours très fixe. (Pl. III, 18.)

12. TYPE PENDULA. — La coupe a la forme d'un triangle rectiligne à angles arrondis. (Pl. I, 7.)

13. TYPE ATERRIMA. — Les angles du triangle sont devenus aigus. (Pl. I, 6.)

14. TYPE NIGRA. — Les angles du triangle se prolongent en éperons souvent très acérés. (Pl. III, 21.)

15. TYPE STRICTA. — Une des faces du triangle devient concave; étoilée, la forme de la coupe est alors sagittée. (Pl. II, 9.)

16. TYPE VULPINA. — Ce type dérive du précédent dont il diffère par une bosselure marquée des faces latérales. (Pl. II, 8.)

17. TYPE RIPARIA. — Les trois faces deviennent étoilées et la coupe présente une forme hastée. (Pl. II, 10.)

Nous résumerons le tout dans le tableau suivant :

Coupe ± triangulaire		Coupe de face rentrante		1 ou plusieurs faces rentr.		Coupe circulaire ou presque circulaire		1. Type <i>Mucronala</i>	
»	plus ou moins elliptique	»	»	»	»	»	»	2.	» <i>Dioica</i>
»	» triangulaire, toutes faces bombées, angles arrondis.	»	»	»	»	»	»	3.	» <i>Silvatica</i>
»	» en fer à cheval fermé	»	»	»	»	»	»	4.	» <i>Humilis</i>
»	» en croissant large	»	»	»	»	»	»	5.	» <i>Gynobasis</i>
	les 3 faces bombées, angles éperonnés.							6.	» <i>Contigua</i>
	2 faces bombées. 1 plane } angles arrondis							7.	» <i>Cyperoïdes</i>
								8.	» <i>Brizoides</i>
								9.	» <i>Pilosu</i>
	1 face bombée. 2 planes } angles arrondis							10.	» <i>Irrigua</i>
								11.	» <i>Elongata</i>
	3 faces planes } pas d'éperons } angles arrondis							12.	» <i>Pendula</i>
								13.	» <i>Aterrima</i>
								14.	» <i>Nigra</i>
								15.	» <i>Stricta</i>
								16.	» <i>Vulpina</i>
								17.	» <i>Riparia</i>

Du reste ces 17 types ne suffisent pas à représenter exactement toutes les formes de coupes qui se rencontrent. Il est, par exemple, impossible de classer *C. Goodenoughii*, n° 134 (pl. III, fig. 22) ou *C. microglochin*, n° 184 (pl. III, fig. 23), dont l'un a vaguement les contours d'un trapèze et l'autre ceux d'un pentagone.

Ces quelques considérations suffiront à démontrer la variété qui existe dans la forme des tiges des *Carex*.

Pour la détermination de la largeur et de l'épaisseur des tiges sur une coupe transversale, nous avons suivi les règles suivantes :

a) Si la coupe est elliptique, la largeur est la plus grande dimension, la longueur la plus petite.

b) Les coupes triangulaires étant généralement isocèles, la base du triangle a été considérée comme l'épaisseur et la hauteur comme la largeur.

c) Dans les cas asymétriques, nous avons agi par analogie.

Les tiges des *Carex*, comme leurs feuilles, ne présentent pour ainsi dire jamais une symétrie externe et interne absolue. Il est très rare, par exemple, que les faisceaux soient disposés de la même manière des deux côtés de l'axe de la coupe.

Nous ne dirons rien de spécial sur l'acuité plus ou moins considérable des angles, le fait se trouve déjà relaté dans l'étude de la forme générale.

La tige, plus encore que la feuille, présente des variations de structure suivant son âge et suivant l'endroit où se font les coupes. Si l'on prend des exemplaires trop jeunes, le nombre des faisceaux développés est trop faible; le canal médullaire manque

le parenchyme vert n'a pas atteint son importance normale et ainsi les principaux caractères de classification sont faussés.

De même si les coupes sont faites sur des exemplaires adultes, mais à des hauteurs non correspondantes, l'importance relative des divers systèmes varie aussi. C'est pourquoi nous avons fait toutes nos coupes sur des exemplaires adultes et pour tous sous la dernière bractée.

CHAPITRE II

ÉPIDERME ET DÉPENDANCES

Contrairement à ce qui se rencontre chez les feuilles, l'épiderme n'est pas différencié suivant les faces de la coupe, ses cellules ont les mêmes dimensions tout autour de la tige. C'est très compréhensible puisque toute la surface externe de cette tige occupe une position semblable par rapport au milieu ambiant.

Les différenciations générales, locales et marginales, sont les mêmes que celles que nous avons signalées chez les feuilles ; il en est de même pour les stomates qui présentent absolument les mêmes types.

A propos des stomates, nous dirons spécialement que les tiges de *C. microglochin* possèdent aussi le parenchyme incolore sous-stomatique à grosses cellules dont nous avons parlé. Ici toutefois ces cellules sont encore plus grandes et surtout plus allongées, prenant une forme palissadique.

C. mucronata (pl. III, 16) a un appareil stomatique curieux. La chambre sous-stomatique est limitée en dessous par une ceinture de cellules scléreuses, ne

laissant qu'une petite ouverture. Celle-ci conduit dans une seconde chambre inférieure en relation directe avec le mésophylle. Cet appareil est sans nul doute destiné à empêcher une forte transpiration.

Comme il est facile de le comprendre, chez une même espèce, la tige présente le même type de stomates que la feuille, le milieu extérieur étant le même pour les deux organes. Ajoutons encore que l'épiderme caulinaire correspond dans la règle à l'épiderme de la face stomatogène de la feuille.

Les stomates peuvent manquer comme nous le verrons plus loin. Dans ce cas, il peut arriver qu'il se forme un hypoderme scléreux. Ce fait s'est présenté chez deux exemplaires de *C. hirta*.

CHAPITRE III

MÉSOPHYLLE ET AÉRENCHYME

1. Le Mésophylle.

Nous ne saurions que répéter pour le mésophylle ce que nous avons dit pour le tissu correspondant des feuilles. Il est généralement bien développé sur tout le pourtour de la tige. Il forme directement sous l'épiderme une gaine d'épaisseur variable, contenant 7 ou 8 rangs de cellules ; chez la plupart des espèces ce nombre s'abaisse à 4 ou 5. Chez *C. humilis* le mésophylle vert est toujours absent. Les stomates devenus inutiles manquent aussi. Le même cas s'est présenté chez 2 exemplaires de *C. hirta* et chez l'un de *C. Goodenoughii*. Chez ce dernier toutefois les stomates étaient présents.

Dans la colonne 12 des tabelles : *Répartition du mésophylle*, nous avons indiqué par x H et y B, le nombre de rangs de cellules vertes qui se trouvent en dehors (H) et en dedans (B) des lacunes aérifères intramésophylliennes.

2. Parenchyme Incolore et

3. Aérenchyme.

L'étude de ces deux organismes doit se faire ensemble. Ils ont en général dans la tige une importance plus grande que dans la feuille. Nos dessins montrent bien la prédominance presque constante du parenchyme incolore (pointillé) sur le mésophylle vert (hachures obliques). Les cellules en sont grandes, d'autant plus volumineuses qu'on se rapproche du centre où elles forment la moelle. Cette moelle peut disparaître en tout ou partie, et suivant la quantité qui en reste, nous avons distingué 3 types :

TYPE I. — Le parenchyme incolore remplit tout le centre de la tige, sans solution de continuité, formé partout de cellules isodiamétrales non déformées. (Pl. II, 11, 13, 14, 15 ; Pl. III, 22.)

TYPE II. — La moelle s'est déchirée en lambeaux restant unis, de telle sorte que sur une coupe transversale, le centre de la tige paraît creusé d'un canal traversé par de nombreuses trabécules. (Pl. II, 9, 10 ; Pl. III, 20, 21.)

TYPE III. — Le parenchyme incolore a complètement disparu au centre, laissant un canal aérifère plus ou moins vaste. (Pl. I, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ; Pl. II, 8, 12 ; Pl. III, 17, 18, 19, 23.)

C'est ce qui est relaté dans la colonne 14 des tables.

Le système aérifère ou aérénchyme est, en plus des stomates, formé du canal central et des lacunes intramésophylliennes. Ces dernières présentent tous les caractères signalés pour leurs analogues chez les feuilles.

Chez les *Vulpinæ* et d'autres encore, elles sont en partie obstruées par du parenchyme étoilé à mailles lâches. Par contre je n'y ai jamais rencontré de ce tissu serré qui sert de pont aux anastomoses fasciculaires chez les feuilles. La raison en est simplement que ces anastomoses n'existent point dans la tige.

CHAPITRE IV

FAISCEAUX CONDUCTEURS ET SCLÉRENCHYME

Les faisceaux conducteurs de la tige sont en tout semblables à ceux des feuilles, du moins pour leur structure propre. Il n'en est plus de même pour leur armature scléreuse. La forme de l'organe étant différente, le système de soutien a dû varier. On ne trouve pas de bandes scléreuses traversant la tige dans toute son épaisseur, le système est toujours périphérique.

D'habitude les faisceaux sont limités à la région du parenchyme vert, mais souvent, surtout lorsque leur nombre est considérable, une partie émigrent dans le parenchyme incolore.

C'est d'après cela que nous distinguons 4 types de faisceaux :

TYPE I. — Le faisceau est relié à l'épiderme par une bande scléreuse. (Pl. III, 24^a.)

TYPE II. — Le faisceau s'est détaché de l'épiderme sous lequel subsiste un cordon. (Pl. III, 24^b.)

TYPE III. — Le cordon hypodermique disparaît aussi, mais le faisceau demeure dans le mésophylle. (Pl. III, 24^c.)

TYPE IV. — Le faisceau est complètement enfermé dans le parenchyme incolore. (Pl. III, 24^d.)

Lorsque la tige est anguleuse, les arêtes peuvent être soutenues par du sclérenchyme. (Pl. I, 4, 5, 7; Pl. II, 9, 10, 11, 12, 15; Pl. III, 18, 19, 21, 23.) Souvent aussi, au contraire, les arcs scléreux s'écartent de ces angles. (Pl. I, 6; Pl. II, 8, 13; Pl. III, 17, 20, 22.)

Il arrive, mais très rarement, que la sclérose atteigne le parenchyme hypodermique. Le cas est remarquable chez *C. hirta*, nos 143 et 144, les mêmes qui sont dépourvus de parenchyme vert et de stomates.

Plus fréquemment elle se généralise dans les parties internes, de sorte que le sclérenchyme forme une solide ossature compacte. (Pl. II, 14 et 15; Pl. III, 23, où le sclérenchyme est en noir.)

Nous avons relaté plus haut la sclérose des cellules sous-stomatiques de *C. mucronata*.

TABELLES

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
1	375	Marécages	87	1,9	1,6	1,5
2		»	80	1,7	1,8	0,9
3	40	Au bord d'un lac de forêt	45	1,4	1,6	0,9
4	440	Rives d'un lac	35	1,3	1,4	0,9
5	500	Bords argileux d'un ruisseau	90	3,6	4,1	0,9
6	550	»	50	2	2,1	1
7		Bords d'une mare	60	3,5	3,3	1,1
8	435	Fossés	86	2,5	2,9	0,9
9	750	Forêt de sapins, sol calcaro-humifère	40	0,9	0,6	1,5
10	550	Colline sèche, ensoleillée, sablonneuse	28	0,7	0,8	0,9
11	610	Taillis	28	0,6	0,8	0,8
12		Forêt	23	0,7	0,8	0,9
13		Prés alpins	23	1,4	1,5	0,9
14	1950	Prairies alpines humides	27	1,4	1,4	1
15	1450	»	44	1,8	2,1	0,9
16	1400	Prés subalpins	18	1,8	2,3	0,9
17	1000	Pentes gazonnées	8,5	2	2,5	0,9
18	2100	Pentes alpines	33	2	2,3	0,9
19	500	Pentes gazonnées	19	1,3	1,1	1,5
20	1800	»	30	1,4	1,3	1,1
21	1900	Alluvions alpines cristallines	6	0,5	0,5	1
22	2400	Bords d'un lac alpin	10	0,6	0,6	1
23	2170	»	10	0,6	0,5	0,9
24	2100	Lieux sablonneux humides	5	0,6	0,6	1
25	20	Bois	37	0,6	0,9	0,9
26	10	Bruyère de Rostock	45	0,7	0,7	1
27	320	Bois	37	0,7	0,7	1
28	550	Forêt	50	0,5	0,6	1,2
29	2100	Alluvions alpines lacustres	40	1,5	2	0,9
30	2165	Bords d'un petit lac	18	0,6	1	0,9
31	1750	Débris moraniques	20	0,7	0,8	0,9
32	410		20	1	0,9	1,1
33	410	Prairies humides	33	1,4	1,2	0,9
34	440	Marais	47	1,5	1,4	0,9
35	5	Prairie de forêt, un peu humide	61	1,5	1,4	0,9
36	5	»	57	1,3	1,2	0,9

GÉNÉRALES

COUPE		EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LAGUNES AÉRIFIÉES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES					
Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
XV		IV	V	4H	0B	II		E	1/3	61	49	2	—	10	
XV	F	II	VII	4H	0B	II	F	E et S	1/3	35	22	5	—	8	
XIII		III	V	4H	0B	II		E	1/3	29	28	1	—	0	N
XV		III	V	5H	0B	III		E et S	1/3	49	37	4	—	8	
XV		III	V	4H	0B	III			1/3	50	40	1	—	9	
XV		III	V	4H	0B	II	N	S	1/3	51	35	3	6	7	
XX	F	III	V	4H	0B	II		E	1/3	55	45	4	2	4	F
XIII		II	VII	1/2 H	0B	I		S	1/3	47	37	—	—	40	
IV		II	VII	3H	2B	III		E	1/2	15	13	—	2	—	
VII		II	VII	2H	1B	III	N	•	2/3	12	11	—	1	—	
VII	N	I	VII	3H	2B	III		E et sous	3/4	13	9	2	2	—	F
I		I	VII	3H	2B	II		E	1/2	12	9	—	3	—	
XIII		II	IV	3H	2B	III		•	1/2	14	10	—	4	—	
XIII	F	III	II	4H	1B	III	F	•	1/3	24	21	—	3	—	N
XIV		III	IV	4H	1B	III		•	1/3	33	26	—	5	—	
XIII		IV	IV	4H	3B	III		•	2/3	40	22	—	8	2	
VIII		IV	IV	3H	1B	III		•	1/2	29	20	1	6	2	
VIII		III	IV	2H	1B	III		•	1/2	33	22	—	9	2	
VIII	F	IV	IV	3H	1B	III	F	•	1/2	24	9	—	10	5	F
VIII		IV	IV	3H	1B	III		•	2/3	32	18	1	7	6	
X		V	I	5H	1/2 B	I		• ?	0	13	1	—	10	—	
VIII		IV	IV	3H	1B	I		•	1/6	12	—	—	12	—	
III	N	V	I	3H	1B	III	N	•	1/3	11	5	—	6	—	F
III		V	I	4H	1/2 B	I		• ?	0	11	3	—	8	—	
III		II	VII	3H	1B	III		•	3/5	14	9	—	5	—	
III	F	II	VII	4H	1B	III		•	2/3	12	6	—	6	—	
III		I	VII	4H	2B	III	F	•	1/2	12	6	—	6	—	F
III		I	VII	4H	1B	III		•	1/3	12	6	—	6	—	
XI		III	V	3H	0B	III		•	3/5	22	11	—	11	—	
III		IV	V	3H	2B	III		•	1/2	14	7	—	7	—	
III	N	IV	V	3H	2B	III	F	•	1/2	14	5	—	9	—	F
IV		IV	V	3H	2B	III		•	3/5	21	17	—	4	—	
VI		V	I	5H	1B	III		•	2/5	26	20	—	6	—	
VI	F	V	I	5H	1B	III		•	2/5	23	19	—	4	—	
VI		II	VII	5H	1B	III	F	•	2/5	28	25	—	3	—	F
VI		II	VII	4H	1B	III		•	1/2	22	22	—	—	—	

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
37	50		50	1,1	1,3	0,8
38	1	Pré tourbeux	74	1,2	1,2	1
39	740	Bord d'un ruisseau	28	1,2	1,3	0,9
40	890	Tourbière	23	1,2	1,1	1,1
41		Prairie humide	22	0,9	1	0,9
42			24	0,8	0,8	1
43	1190	Tourbière	35	1,1	1,3	0,8
44	2000	Pré marécageux	22	1	0,9	1,1
45	2840		13	0,6	0,7	0,9
46	1750	Prairies humides	20	0,6	0,8	0,7
47	1850	Endroits humides	5	0,5	0,7	0,7
48	2100	"	12	0,8	0,7	1,1
49	541	Bord d'un lac	20	0,6	1,1	0,5
50	100	Endroits tourbeux	20	0,5	0,9	0,6
51	1092	Tourbière	20	1,1	1,3	0,8
52	950	"	20	0,7	1	0,7
53	1900		75	1,4	1,6	0,8
54	1800	Schistes gris, endroits humides	60	1,3	1,4	0,9
55	1450	Chemin humide abandonné	80	1,3	1,9	0,7
56	410	Terreau de jardin sablonneux	50	1,6	1,7	0,9
57	640	Bords secs d'un sentier, terrain argilo-calc.	62	1,3	1,3	1
58	150	Bords secs des chemins	74	0,7	0,6	1,2
59		Haies	55	1,1	1,5	0,7
60	2800	Rochers calcaires ensoleillés	8	0,7	0,8	0,9
61	2400	Pâturages alpins	17	0,7	0,9	0,8
62	2300	Alpes granitiques	16	0,8	1,1	0,7
63	2200	"	15	1	1,2	0,8
64	310	Etangs desséchés	19	1	1,6	0,6
65	310	"	12	1	1,6	0,6
66	500	Etang	18	1,4	2,1	0,7
67	400	"	26	1,3	1,6	0,8
68	444	Marais tourbeux sur calcaire lacustre	15	0,5	0,6	0,8
69	610	Marais tourbeux	20	0,7	0,8	0,9
70	320	Prairies marécageuses	28	0,7	0,8	0,9
71	750	Prés humides	25	0,7	0,8	0,9
72	650	Clairière rocheuse, calcaro-humifère	20	0,6	1,1	0,5
73	550	Forêt sablonneuse ombragée	25	0,7	1	0,7
74	20		20	0,7	1,3	0,5

OÙPE	EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LACUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX VASCULAIRES					
	Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme		Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
			Type de stomates											
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
III		III	V	3 H	OB		I	E	2/3	17	16	1	—	—
III	F	IV	V	3 H	OB		I	»	1/3	19	19	—	—	—
III		IV	V	4 H	1 B	N	I	F	1/4	26	21	1	1	3
III		II	VII	3 H	1 B		I	»	2/3	24	20	—	—	4
III		IV	II	2 H	1 B		III	»	3/4	19	14	—	5	—
III	N	IV	II	4 H	1 B		III	»	1/2	19	18	—	1	—
III		IV	V	3 H	1 B	F	III	»	3/4	21	14	—	10	—
III		IV	V	3 H	2 B		III	»	2/3	21	12	—	9	—
III		I	VII	3 H	1 B		I	»	1/6	14	13	—	1	—
III	N	I	VII	3 H	1 B	F	I	»	1/8	17	13	—	4	—
III		I	VII	3 H	1 B		II	N	1/3	11	7	—	4	—
III		I	VII	3 H	2 B		I	»	1/6	11	8	1	2	—
III		II	VII	4 H	2 B		III	»	3/4	16	13	—	3	—
III	F	I	VII	5 H	2 B	F	III	»	3/4	12	7	—	5	—
III		II	VII	4 H	2 B		III	F	3/4	18	11	—	7	—
III		II	VII	4 H	2 B		III	»	3/4	15	13	—	2	—
III	F	III	III	3 H	2 B	F	III	»	1/3	34	22	—	2	10
III		III	III	3 H	1 B		III	»	2/3	36	23	—	13	13
III		III	III	3 H	1 B		III	»	2/3	44	25	—	16	16
III		I	VII	3 H	2 B		III	»	3/4	26	12	—	14	5
III	F	II	VII	3 H	2 B	F	III	»	1/2	25	20	—	5	—
III		I	VII	4 H	2 B		III	»	3/3	22	14	—	8	—
III		I	VII	3 H	1 B		III	»	1/2	28	13	—	15	4
III		I	VII	4 H	2 B		III	E (sous)	3/3	14	7	—	7	—
III	F	I	VII	5 H	1 B		III	»	1/2	17	9	—	4	—
III		I	VII	4 H	1 B	F	III	»	1/2	14	7	—	4	—
III		I	VII	3 H	2 B		III	E	3/3	15	9	—	6	—
III		II	VII	3 H	1 B		III	»	1/3	24	16	—	8	—
III	F	I	VII	2 H	1 B	F	III	»	4/5	26	14	—	12	—
III		II	VII	3 H	1 B		III	»	7/8	30	22	—	7	4
III		I	VII	3 H	1 B		III	»	1/3	32	21	—	10	4
III		II	VII	4 H	1 B		II	»	1/2	10	5	—	5	—
III	F	II	VII	4 H	1 B		II	F	2/5	12	6	—	6	—
III		I	VII	4 H	1 B		II	»	1/3	10	5	—	5	—
III		I	VII	4 H	2 B		II	»	1/2	12	6	—	6	—
III	F	III	VII	2 H	1 B	F	II	»	1/2	13	8	—	5	5
III		III	VII	2 H	1 B		II	»	1/2	13	7	—	6	6
III		III	VII	2 H	1 B		II	Sous	3/3	20	12	—	8	8

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
75	800	Bois	25	0,6	0,9	0,7
76	443	Prés marécageux spongieux	8	0,4	0,5	0,4
77	445	»	14	0,6	0,7	0,5
78	1000	Marais	28	0,6	0,8	0,4
79	500	Prés humides	12	0,7	0,9	0,4
80	450	Bois humides	37	0,7	0,8	0,4
81	1	Sables maritimes	35	0,6	0,7	0,4
82	500	»	35	1,3	1,6	0,3
83	500	»	70	1,5	2,1	0,7
84	300	Endroits humides	44	2,1	2	1,1
85	300	»	38	1,6	1	1,6
86	»	»	40	1,7	1,5	1,1
87	380	Marais	60	1,2	1,1	1,1
88	1450	Marais tourbeux	25	1,2	1,3	0,9
89	»	Marais	18	0,9	1,2	0,3
90	1015	Tourbière	20	0,7	0,9	0,3
91	500	Marais	22	0,8	0,9	0,3
92	450	Forêt humide	55	1,6	1,5	1,1
93	450	»	50	1,3	1,3	1
94	310	Endroits tourbeux et marécageux	28	0,9	0,8	1,1
95	450	»	40	1,3	1,2	1,1
96	590	Colline graveleuse, mollass., ensoleil., sèche	20	0,7	0,7	1
97	600	Mollasse, endroits secs	13	0,8	1	0,3
98	500	Prés secs sur colline sablonneuse	18	0,7	0,9	0,3
99	265	Endroits secs ensoleillés	6	0,5	0,8	0,3
100	1750	Rochers ensoleillés	39	0,6	0,9	0,3
101	»	Rochers tournés au midi	32	0,6	0,8	0,3
102	1750	Rochers ensoleillés	45	0,8	1	0,3
103	1000	Endroit rocheux ensoleillé	60	0,8	1	0,3
104	1045	Marais	35	1	1,4	0,3
105	445	Marais tourbeux	100	1,1	1,5	0,3
106	445	»	115	1	1,2	0,3
107	10	»	90	0,8	1,4	0,3
108	2000	Rochers granitiques	28	0,9	1,2	0,3
109	2200	Rochers de micachistes	30	0,8	1	0,3
110	1800	Rochers siliceux	28	0,6	0,8	0,3
111	1800	Pâturages et rochers calcaires	13	1	1,3	0,3
112	1800	»	11	0,8	1	0,3

COUPE		ÉPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolor		LACUNES AÉRIFIÉES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES					
Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
II	—	II	VII	1 H — 1 B	—	II	—	Et sous	$\frac{1}{2}$	47	11	—	6	6	—
I	—	I	VII	5 H — 1 B	—	III	—	E	$\frac{1}{2}$	13	8	—	5	—	—
I	F	I	VII	5 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{2}{5}$	12	6	—	6	—	—
II	—	I	VII	5 H — 1 $\frac{1}{2}$ B	F	III	F	»	$\frac{2}{5}$	11	5	—	6	—	F
III	—	I	VII	6 H — 1 $\frac{1}{2}$ B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	14	5	—	9	—	—
III	—	II	VII	3 H — 1 B	—	II	—	» ?	$\frac{1}{10}$	26	23	—	3	—	—
III	N	I	VII	4 H — 1 B	—	II	—	»	$\frac{1}{5}$	22	18	1	3	—	—
IV	—	I	VII	3 H — 2 B	F	II	F	»	$\frac{1}{4}$	35	23	—	2	4	N
V	—	I	VII	4 H — 1 B	—	II	—	»	$\frac{1}{5}$	48	35	—	—	13	—
VI	—	I	VII	5 H — 3 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	27	24	—	3	—	—
VI	F	II	VII	5 H — 3 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	24	19	—	5	—	—
VII	—	II	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	$\frac{2}{3}$	27	22	—	5	—	F
VII	—	I	VII	5 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{2}{3}$	28	28	—	—	—	—
VII	—	II	VII	5 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{1}{3}$	23	14	—	5	4	—
VII	N	II	VII	5 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{3}{5}$	23	12	—	11	—	N
VII	—	II	VII	4 H — 3 B	F	III	F	»	$\frac{1}{2}$	13	11	—	2	—	—
VI	—	II	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{3}{5}$	23	12	—	11	—	—
VI	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{7}{8}$	24	12	—	12	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	$\frac{9}{10}$	21	10	—	11	—	—
VI	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{4}{5}$	20	11	—	9	—	F
III	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{3}{4}$	21	14	—	7	—	—
III	—	II	VII	2 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	17	13	—	4	—	—
VII	N	II	VII	2 H — 1 B	—	II	N	»	$\frac{1}{2}$	24	13	2	5	4	N
II	—	II	VII	3 H — 2 B	N	III	—	»	$\frac{3}{5}$	19	10	—	9	—	—
II	—	II	VII	H et B confondus	—	II	—	»	$\frac{1}{3}$	18	9	—	9	—	—
II	—	I	VII	3 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{2}{5}$	19	13	—	6	—	—
II	N	I	VII	3 H — 1 B	F	III	F	»	$\frac{1}{2}$	23	17	—	—	—	N
VII	—	I	VII	4 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{4}{5}$	17	2	—	4	—	—
VII	—	I	VII	4 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	24	13	—	6	5	—
VII	—	I	VII	4 H — 1 B	—	II	—	»	$\frac{2}{5}$	24	19	—	—	—	—
III	N	I	VII	2 H — 0 B	—	II	—	»	$\frac{3}{5}$	26	19	1	1	5	—
III	—	I	VII	4 H — 0 B	N	II	F	»	$\frac{1}{2}$	17	15	—	—	2	F
VII	—	I	VII	4 H — 1 B	—	II	—	»	$\frac{2}{5}$	31	19	—	—	12	—
III	—	IV	V	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{2}{5}$	25	15	—	6	4	—
III	F	IV	V	4 H — 0 B	N	III	F	»	$\frac{1}{2}$	14	14	—	—	—	N
VII	—	IV	V	3 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	12	12	—	—	—	—
III	—	I	VII	1 H — 0 B	—	III	—	Sur	$\frac{1}{2}$	29	18	1	6	4	—
III	F	I	VII	1 H — 0 B	F	III	F	»	$\frac{1}{2}$	20	15	—	5	—	N

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
113	1000	Rochers calcaires	20	0,8	0,9	0,8
114	1900	»	5	0,4	0,5	0,8
115	745	Terrain argilo-calcaire, bord d'une route	36	1,3	1,4	0,9
116	400	Pré argileux humide	40	1,7	1,7	1
117	435	Sables lacustres d'une grève	38	1,7	2,2	0,8
118	900	Terrain argileux un peu humide, ensoleillé	95	2,2	2,4	0,9
119	410	Terreau de jardin	22	1,4	1,4	1
120	760	Terrain argilo-calcaire très humide	28	1,5	1,8	0,8
121		Marais	19	1	1,3	0,8
122	740	Lieux humides	30	1,1	1,5	0,8
123	2200	»	13	1,2	0,9	1,3
124	2200	Sol schisteux humide	29	1,2	1	1,2
125	2100	Sol schisteux, pierres roulantes	9	1,1	0,9	1,2
126	2450	Endroits humides	18	1,4	0,9	1,5
127		Sol schisteux, lieux humides	11	1	1,3	0,8
128	2000	Lieux humides	30	0,9	1,3	0,8
129	2100	Pâturages humides	30	0,6	0,7	0,9
130	1200	Escarpements humides	36	0,8	1	0,8
131	65	Prairies tourbeuses souvent inondées	23	1,1	1,3	0,8
132	20	Prairies humides	40	1	0,9	1,1
133	1200	Prairies marécageuses	28	0,7	1,2	0,6
134		Lieux humides	5	1	1,7	0,6
135	550	Roches calcaires (Malm), endroits ensoleillés	15	0,9	0,9	1
136	1050	» » »	21	0,5	0,6	0,8
137	800	» » »	28	0,7	0,7	1
138	300	Coteaux calcaires ensoleillés	20	0,6	0,6	0,9
139	1092	Marais tourbeux	25	0,9	0,8	1,1
140	990	Prés marécageux	35	1,1	1	1,1
141	1050	Marais	23	1	0,8	1,1
142	1050	»	25	1,2	0,8	1,5
143	300		45	2,2	2,4	0,9
144	50	Prairie	43	1,7	1,8	0,9
145			29	1,6	1,7	0,9
146	25	Parc	45	1,3	1,5	0,9
147	740	Lieux humides	35	1,2	1	1,2
148	470	Marais	15	0,8	1	0,8
149	437	Bord d'un lac	35	0,9	1,1	0,8
150		Endroits humides	48	0,9	0,8	0,9

COUPE	EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Pareschyme incolore		LACUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES							
	Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type d'épiderme	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
II		I	VII	2 H — 0 B		III		Sous	$\frac{1}{2}$	16	16					
II		I	VII	2 H — 0 B		III		»	$\frac{3}{5}$	12	12					
II		IV	III	4 H — 1 B		II		E	$\frac{1}{5}$	27	21				6	
III	N	III	III	5 H — 2 B		I	N	»	$\frac{1}{20}$	37	27				10	F
III		IV	III	5 H — 2 B	F	I		»	0	52	40				10	
III		III	III	5 H — 1 B		III		E et sous	$\frac{1}{2}$	38	28		2			
III		I	VII	3 H — 1 B		II		E	$\frac{1}{3}$	23	17		1	5		
III	F	I	VII	3 H — 0 B		III		»	$\frac{2}{3}$	27	18		1	8		
III		I	VII	3 H — 1 B	N	III	N	»	$\frac{1}{2}$	28	19		4	5		F
III		I	VII	3 H — 1 B		III		»	$\frac{2}{3}$	21	17			4		
XI		I	VII	3 H — 2 B		III		»	$\frac{2}{3}$	21	14			7		
XI	F	I	VII	3 H — 2 B		III		»	$\frac{2}{3}$	18	10			8		
XI		I	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	$\frac{2}{3}$	28	14			14		F
III		I	VII	3 H — 2 B		III		»	$\frac{2}{3}$	28	13			15		
VII		I	VII	4 H — 1 B		II		»	$\frac{1}{3}$	23	17			2	4	
VII	N	I	VII	4 H — 1 B	F	II	F	»	$\frac{2}{5}$	25	18			2	5	F
VII		I	VII	4 H — 1 B		II		»	$\frac{2}{5}$	16	13				3	
XV		III	V	4 H — 2 B		I		»	$\frac{1}{3}$	21	9		6	6		
XV	N	III	V	3 H — 2 B		I		»	$\frac{1}{6}$	25	19	1	2	3		
XV		III	V	4 H — 2 B	N	I	F	»	$\frac{1}{6}$	18	18					N
?		II	VII	5 H — 0 B		I		»	$\frac{1}{5}$	17	13		14			
V		I	VII	3 H — 0 B		I		Sous	$\frac{1}{4}$	23	14		3	6		
V	F	I	VII	3 H — 1 B		II		E (sous)	$\frac{1}{3}$	16	9		9			
V		I	VII	3 H — 0 B	N	I	N	E	$\frac{1}{3}$	41	9		2			F
XI		III	VII	3 H — 2 B		II		»	$\frac{1}{4}$	13	13					
XI		IV	I	4 H — 2 B		III		»	$\frac{1}{4}$	10	10					
XI	F	IV	I	4 H — 2 B		III		»	$\frac{1}{2}$	18	8			10		
VI		IV	I	4 H — 1 B	F	III	F	»	$\frac{3}{5}$	17	9			8		
VI		IV	I	4 H — 1 B		III		»	$\frac{3}{5}$	20	7			13		F
X		I	O	0		III		»	$\frac{2}{3}$	15	7					
X	F	I	O	0		III		»	$\frac{9}{10}$	32	18	2	1	11		
II		I	VII	3 H — 0 B	N	III		»	$\frac{3}{4}$	45	25			20		F
II		I	VII	3 H — 1 B		III		»	$\frac{9}{10}$	34	22			12		
II		III	V	3 H — 1 B		III		»	$\frac{2}{3}$	33	19	1	1	12		
II	F	I	VII	3 H — 1 B		III		»	$\frac{1}{2}$	27	24		1	2		
X		I	VII	4 H — 1 B	F	III		»	$\frac{2}{5}$	20	14		1	5		
X		II	VII	4 H — 1 B		III		»	$\frac{1}{3}$	28	23			4		
X		II	VII	3 H — 1 B		III		»	$\frac{2}{5}$	16	12			4		

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
151	1250	Coteaux calcaires (Malm) ensoleillés	3	0,6	0,6	1
152	600	» » »	9	0,7	0,8	0
153	250	Colline sablonneuse	4	0,6	0,7	0
154	40	Rochers calcaires	6	0,5	0,6	0
155	2100	Pâturages alpins humides	4	1,1	1,3	0
156		Hautes latitudes 68° 30' N.	25	1,4	1,9	0
157	2120	Vase lacustre	4	1,3	1,7	0
158	1700	Rives sablonneuses humides	4	0,6	0,8	0
159	1300	Endroits marécageux	11	0,8	0,8	1
160	1875	Bord d'un lac alpin	11	0,8	0,8	1
161	2000	Bord d'un petit lac	20	0,7	0,8	0
162	1350	Pâturages subalpins humides	14	1	1	1
163		Hautes latitudes	60	1,3	1,4	0
164	5	Marais	27	0,6	0,8	0
165	1015	»	60	1,3	1,6	0
166	5	Hautes latitudes	15	0,7	0,7	1
167	2350	Rochers granitiques	18	1,2	0,8	1
168	2000	» »	37	0,8	0,9	0
169	1500	» »	15	1,4	1,5	0
170	150	Eaux stagnantes, marais tourbeux	45	1,2	1,4	0
171	20	Eaux stagnantes	30	0,8	1	0
172	450	Lieux humides	35	1	1,5	0
173	500	» »	13	1	1,7	0
174	750	Tourbières (chemin de)	18	0,9	1,4	0
175	65	Chemins et pâturages	20	1	1,9	0
176	20	» »	43	1	1,8	0
177	445	Marais tourbeux	22	0,8	1,1	0
178	995	» »	25	0,8	1	0
179	1050	» »	21	0,7	1,2	0
180	65	Marais tourbeux et moussus	28	1,1	1	1
181	1700	Rives sablonneuses humides	20	0,6	0,6	1
182	2100	Endroits sablonneux humides	12	0,8	1	0
183	2300	Endroits humides	9	0,6	0,7	0
184	2000	Endroits sablonneux humides	13	0,8	0,8	1
185	2460	Marécages	18	1,1	1	1
186	2460	»	18	1	0,9	1
187	2100	»	22	1,3	0,9	1
188	2460	»	28	1,2	1	1

OÙPE	EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LAGUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES					
	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
V		I	O	0		I	E	$\frac{1}{3}$	16	6	2	2	6	
V	F	I	O	0		I	O	$\frac{1}{3}$	14	5	—	3	6	F
V		I	O	0		I	E	$\frac{1}{5}$	18	2	2	6	8	
III		I	O	0		I	E et sur	$\frac{1}{4}$	14	5	4	—	—	
VII		VII	5H	OB		III	E	$\frac{2}{5}$	18	5	6	7	—	
VII	F	I	5H	OB	F	III	Sous	$\frac{3}{5}$	18	6	6	6	—	F
V		VII	4H	OB		III	E	$\frac{1}{2}$	20	11	—	9	—	
X		VII	4H	1B		III	»	$\frac{1}{2}$	12	8	—	4	—	
X	F	VII	4H	1B		III	»	$\frac{1}{3}$	15	4	8	—	3	
X		V	5H	1B	F	III	»	$\frac{1}{2}$	17	4	8	—	5	N
X		V	4H	1B		III	»	$\frac{1}{2}$	18	15	—	3	—	
XIII		III	0			I	»	$\frac{1}{3}$	29	11	5	—	2	
XII	F	III	4H	1B	N	II	»	$\frac{1}{6}$	20	22	—	—	7	
XII		III	4H	OB		II	»	$\frac{1}{5}$	19	12	—	5	2	F
XI		III	3H	2B		III	»	$\frac{1}{4}$	24	19	—	—	5	
XI	F	III	3H	2B		III	»	$\frac{1}{3}$	12	6	—	6	—	
XI		IV	4H	2B	F	III	»	$\frac{1}{2}$	15	4	—	11	—	F
III		III	4H	3B		III	»	$\frac{1}{3}$	11	5	—	6	—	
VII	N	I	3H	OB		III	»	$\frac{1}{2}$	22	8	—	14	—	
VII		I	3H	OB		III	»	$\frac{3}{5}$	18	11	—	1	6	F
VII		I	3H	1B	N	II	»	$\frac{1}{4}$	23	21	—	—	2	
VII		I	4H	1B		III	»	$\frac{1}{2}$	22	16	—	4	—	
VII		I	4H	2B		III	»	$\frac{1}{5}$	32	18	—	14	—	
II	N	I	4H	1B	N	II	»	$\frac{4}{5}$	31	19	—	12	—	N
VII		I	4H	OB		III	»	$\frac{1}{4}$	32	5	—	17	10	
II?		I	4H	2B		III	»	$\frac{4}{5}$	31	10	—	21	—	
VII		V	4H	2B		II	»	$\frac{2}{5}$	24	19	—	5	—	
VII	N	V	5H	2B		III	»	$\frac{1}{2}$	19	19	—	—	—	F
XI		V	5H	2B	F	III	»	$\frac{1}{2}$	29	24	—	5	—	
XI		I	5H	1B		III	»	$\frac{1}{2}$	25	13	—	12	—	
I		I	4H	1B		I	»	$\frac{1}{4}$	8	6	1	—	—	
I	F	I	4H	1B	F	II	»	$\frac{1}{2}$	13	8	—	4	—	F
I		I	4H	1B		II	»	$\frac{1}{4}$	9	5	—	4	—	
XI		I	5H	1B		II	»	$\frac{1}{4}$	9	5	—	4	—	
XI		I	3H	2B		III	»	$\frac{9}{10}$	24	12	—	12	—	
XI		I	3H	2B		III	»	$\frac{3}{4}$	17	7	—	10	—	F
XI	F	I	3H	2B	F	III	»	$\frac{4}{5}$	22	14	—	8	—	
XI		I	3H	2B		III	»	$\frac{1}{2}$	24	18	—	6	—	

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
189	600	Terrain sec sablonneux	20	0,6	0,7	0
190	740	Terrain sec	18	0,6	0,7	0
191	740	»	20	0,5	0,5	1
192	250	Forêts	22	0,5	0,6	0
193	1420	Roches dolomitiques	21	0,6	0,8	0
194	1420	»	20	0,4	0,7	0
195	1400	Roches calcaires	35	0,7	0,8	0
196	1900	Pelouses sèches	8	0,5	0,6	0
197	2300	Rochers granitiques	10	1,3	1,5	0
198	2000	Pâturages alpins	12	0,8	0,9	0
199	2680	Rochers	7	0,9	1,2	0
200	2450	Pâturages rocheux	13	1	1,2	0
201	50	Pelouses	19	1	1,1	0
202	500	Coteaux secs	19	1,1	0,9	1
203	2000	Rochers alpins	12	0,9	1	0
204	375	Sables lacustres	13	0,8	0,9	0
205	300	Marais	35	1,3	1,3	1
206	440	»	8	1,2	1,3	0
207	500	Lieux humides	11	1,1	1,4	0
208	600	Bords secs d'un chemin, calcaire sableux	10	0,6	0,6	1
209	1450	Endroits secs peu ombragés, ensoleillés	14	0,6	0,8	0
210	1450	»	13	0,4	0,7	0
211	550	»	8	0,5	0,9	0
212	150	Bois	30	0,9	0,9	1
213	600	Endroits secs, bords d'un chemin	35	0,7	0,8	0
214	510	Chemin de marais	35	1,2	0,6	2
215	750	Lieux ombragés	28	1,3	0,8	1
216		Lieux humides d'une forêt	25	1,2	1	1
217	800	Lieux humides ombragés	24	0,9	0,9	1
218	450	Prairies de forêt	31	0,8	0,8	1
219	500	Rigole à fond argileux	31	1,6	1,9	0
220	420	Pré humide sur moraine argileuse	16	1,1	1,2	0
221	740	Lieux humides	35	1,4	1,2	1
222	750	Prés humides	33	1,3	1	1
223	444	Marais tourbeux sur craie lacustre	35	1,5	1,7	0
224	300	Fossés	70	2,2	2	1
225		Bord d'un lac	60	1,7	1,6	1
226	1800	»	70	2,8	2,8	1

COUPE	EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LAGUNES AÉRIFIÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES						
	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
K		I	VII	2 H - 2 B		I		E et sous	$\frac{1}{6}$	46	41	—	5	—	
H		I	VII	2 H - 3 B		I		»	$\frac{1}{5}$	48	41	—	7	—	
H	F	I	VII	2 H - 4 B	N	I	F	E et (sous)	$\frac{1}{4}$	44	9	—	5	—	N
H		I	VII	3 H - 2 B		I		E	$\frac{1}{3}$	47	6	—	6	5	
H		I	VII	4 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{2}$	43	14	—	2	—	
H		I	VII	5 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{4}$	42	9	—	3	—	
H	F	I	VII	4 H - 1 B	F	III	N	»	$\frac{3}{4}$	43	41	—	2	—	F
H		I	VII	4 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{4}$	43	9	—	4	—	
IV		IV	?	4 H - 1 B		I		E et sous	$\frac{1}{3}$	26	14	—	7	—	
IV	F	IV	I	4 H - 2 B	F	II	F	E	$\frac{1}{5}$	46	8	1	7	—	N
IV		IV	I	4 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{3}$	21	14	—	7	—	
IV		IV	I	4 H - 1 B		II		E et sous	$\frac{2}{5}$	49	13	—	6	—	
II		II	VII	3 H - 2 B		I		E	$\frac{1}{3}$	43	9	—	4	—	
II	F	II	VII	3 H - 3 B	F	I	F	E et sur	$\frac{1}{3}$	21	15	5	—	—	N
II		II	VII	3 H - 3 B		I		Sur	$\frac{1}{3}$	14	11	—	3	—	
II		II	VII	3 H - 3 B		I		»	$\frac{1}{4}$	17	12	—	5	—	
II		II	VII	3 H - 0 B		II		E	$\frac{1}{4}$	22	15	—	—	7	
II	F	II	VII	0	N	I	N	»	$\frac{1}{4}$	26	17	—	—	9	F
II		II	VII	4 H - 2 B		II		E et sous	$\frac{1}{3}$	25	17	—	2	—	
IV		IV	VII	3 H - 2 B		III		E, sur, sous	$\frac{1}{3}$	43	8	—	5	—	
III	N	III	VII	2 H - 2 B	N	III	N	»	$\frac{1}{2}$	16	9	—	7	—	F
III		III	VII	4 H - 1 B		II		E	$\frac{1}{3}$	42	6	—	6	—	
III		III	VII	3 H - 2 B		III		E, sur, sous	$\frac{3}{5}$	43	8	—	5	—	
III	F	I	VII	3 H - 2 B	F	III	F	E	$\frac{1}{2}$	24	13	—	11	—	
III		I	VII	3 H - 2 B		III		»	$\frac{1}{2}$	43	11	—	12	—	F
III		I	VII	2 H - 1 B		III		»	$\frac{2}{3}$	23	21	—	2	—	
III	N	II	VII	2 H - 1 B		III		»	$\frac{2}{5}$	24	19	—	4	—	
III		II	VII	2 H - 1 B	F	III	F	»	$\frac{1}{2}$	20	18	—	1	—	
III		II	VII	3 H - 2 B		III		»	$\frac{1}{3}$	24	18	—	3	—	F
III		II	VII	3 H - 2 B		III		»	$\frac{1}{2}$	19	15	—	2	—	
IV		IV	I	5 H - 1 B		III		»	$\frac{1}{2}$	25	8	6	6	—	
IV	F	IV	I	4 H - 1 B	F	III	F	»	$\frac{1}{3}$	17	9	1	7	—	N
IV		IV	I	5 H - 1 B		III		»	$\frac{1}{2}$	25	15	1	5	—	
III		III	I	4 H - 1 B		III		»	$\frac{2}{5}$	19	14	—	4	—	
III		III	I	4 H - 1 B		III		»	$\frac{9}{10}$	26	26	—	—	—	
III	F	II	III	4 H - 2 B	F	III	N	»	$\frac{4}{5}$	35	29	—	6	—	F
III		II	III	3 H - 1 B		III		»	$\frac{1}{2}$	26	19	—	7	—	
III		II	III	5 H - 2 B		II		»	$\frac{1}{2}$	36	18	—	18	—	

N°	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Epaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
227	40	Marais	60	1,2	1	1
228	50	Endroits marécageux	75	1,1	0,9	1
229	600	Marais tourbeux	15	0,7	0,5	1
230	1120	Tourbière	13	0,7	0,6	1
231	1105	»	12	0,8	0,6	1
232	900	»	18	0,7	0,6	1
233	685	Vallon ombragé	110	3,5	3,1	1
234	500	Bois	90	1,5	1,8	0
235	300	Bords boisés d'un ruisseau	75	2	1,9	1
236	950	Bois humides	70	2,7	3	0
237	650	Bois de hêtres, terrain argileux	50	1,9	2	1
238	1100	Bois clair, sec	30	1,4	1,4	1
239	430	Forêt	33	0,9	0,8	1
240	550	»	41	1	1,7	0
241	100	Pâturages	12	0,5	0,8	0
242	1100	Pâturages boisés	20	0,5	0,7	0
243	1550	Pâturages boisés, sous les sapins	28	0,6	0,9	0
244	1088	Marais	25	0,9	1	0
245	420	Clairière ensoleillée, sur moraine	20	0,8	0,7	1
246	440	Forêt	40	1	1,1	0
247	440	»	34	0,9	0,9	1
248	600	»	27	0,7	0,5	1
249	1695	Goteaux secs	8	0,9	1,1	0
250	135	Fossés	60	2,5	2,6	1
251	280	»	60	3,3	3,3	1
252		Marais	70	1,9	2,2	0
253	500	Bord d'un lac	45	2,3	2,9	0
254	250	Marais tourbeux	20	0,8	0,9	0
255		»	23	0,6	0,7	0
256	320	Pré tourbeux	13	0,6	0,7	0
257	620	Marais	17	0,5	0,5	1
258	25		25	1	1,1	0
259	300	Endroits humides	38	0,9	1,1	0
260	300	»	37	1,4	1,6	0
261	300	»	28	0,6	0,7	0
262	500	Bois, bord des ruisseaux	28	1	1	1
263	500	Bois, bord des ruisseaux, sol granitique	37	0,8	0,9	0
264	470	Dans les haies	67	1	1	1

COUPE		EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LACUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES					
Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
NI		III	III	3 H - 1 B		III		E	$\frac{3}{4}$	21	40	—	—	—	
NI	F	III	III	3 H - 2 B	F	III	F	»	$\frac{2}{3}$	24	4	—	11	20	F
NI		I	VII	4		II		Sous	0	7	4	—	3	—	
NI		I	VII	5		II		»	0	10	5	—	5	—	
NI	F	I	VII	4	F	II	F	»	0	10	6	—	4	—	F
NI		I	VII	4		II		»	0	9	6	—	3	—	
NI		II	III	4 H - 1 B		II		E	$\frac{2}{5}$	78	42	—	1	35	
NI		III	III	Plein	N	I	N	»	$\frac{1}{100}$	61	29	—	—	32	
NI	F	III	III	2 H - 1 B		I		E et sous	$\frac{1}{5}$	59	36	—	1	2	20
NI		III	III	4 H - 1 B		I		»	$\frac{1}{10}$	65	40	—	1	1	23
NI		III	VII	2 H - 1 B		II		Sous	$\frac{1}{3}$	26	18	—	—	—	7
NI	F	III	VII	2 H - 1 B	N	I	N	E et sous	$\frac{1}{3}$	26	18	—	—	—	8
NI		III	VII	3 H - 1 B		I		Sous	$\frac{1}{3}$	21	14	—	2	5	5
NI		II	VII	2 H - 0 B		II		»	$\frac{1}{2}$	36	23	—	—	13	—
NI	N	I	VII	3 H - 2 B		III		E	$\frac{3}{5}$	15	10	—	5	—	—
NI		I	VII	2 H - 1 B	F	III	F	E et sur	$\frac{3}{5}$	18	13	—	5	—	—
NI		I	VII	2 H - 1 B		III		E	$\frac{3}{5}$	20	14	—	6	—	—
NI		II	VII	3 H - 3 B		III		»	$\frac{1}{3}$	13	3	4	—	6	—
NI	N	II	VII	2 H - 1 B	N	III		»	$\frac{1}{2}$	16	14	—	2	—	—
NI		II	VII	3 H - 1 B		III		E et sous	$\frac{1}{2}$	14	7	2	—	5	—
NI		II	VII	3 H - 2 B		II		E	$\frac{1}{3}$	13	2	—	—	9	—
NI		II	VII	2 H - 4 B		I		»	$\frac{1}{10}$	22	43	—	—	—	—
NI		II	VII	3 H - 0 B		I		Sous	$\frac{1}{4}$	46	33	—	—	13	—
NI	F	II	VII	2 H - 0 B		I	N	»	$\frac{1}{4}$	55	37	—	—	18	—
NI		II	VII	2 H - 0 B	F	I		»	$\frac{1}{4}$	46	31	—	—	15	—
NI		I	VII	0		II		»	$\frac{1}{2}$	38	27	—	—	11	—
NI		II	III	Plein		III		—	$\frac{1}{2}$	17	12	—	5	—	—
NI	N	I	VII	3 H - 1 B	N	II	N	E	$\frac{1}{4}$	11	9	—	2	—	—
NI		I	VII	3 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{4}$	10	8	—	2	—	—
NI		I	VII	3 H - 1 B		II		»	$\frac{1}{3}$	10	8	—	2	—	—
NI		I	VII	4 H - 3 B		II		E?	$\frac{1}{20}$	22	1	—	—	—	—
NI	F	I	VII	4 H - 2 B		III		»	$\frac{2}{5}$	23	21	—	2	—	—
NI		I	VII	5 H - 2 B	F	III	N	»	$\frac{2}{5}$	42	27	—	3	12	—
NI		I	VII	4 H - 2 B		III		»	$\frac{2}{5}$	23	19	—	2	2	—
NI		I	VII	3 H - 2 B		III		E	$\frac{3}{5}$	14	7	—	7	—	—
NI	N	I	VII	3 H - 2 B	F	III	F	»	$\frac{4}{5}$	15	8	—	7	—	F
NI		I	VII	2 H - 1 B		III		»	$\frac{1}{5}$	19	4	—	15	—	—

N°	ORIGINE		DIMENSION			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Épaisseur en mm.	Rapport des deux dimensions
1	2	3	4	5	6	7
265		Dans les haies	60	1,3	1,3	1
266	108	Bords du Tessin	40	0,8	0,6	1,3
267	410	Bords d'un bassin de jardin	80	3	3,3	0,9
268	725	Fossé à fond argilo-calcaire	145	5,2	5,6	0,9
269	25	Fossés, eaux stagnantes	90	2,6	2,8	0,9
270	435	Fossés	90	5,5	5,1	1,1
271	1200	Bords d'un lac	30	1,3	1,7	0,8
272	740	Fossés	35	1,1	1,6	0,7
273	1200	Bords d'un lac	70	1,1	1	1,1
274	1200	»	80	1,1	1,5	0,7
275	2300	Rochers granitiques	5	0,9	0,9	1
276	1500	»	11	1	0,9	1,1
277	2000	Rochers secs, très gazonnés	10	0,8	0,6	1,3
278	2250	Blocs de rochers	5	1	0,8	1,3
279	1300	Rochers calcaires	28	0,8	1	0,8
280	1500	»	26	0,8	1	0,8
281	1900	»	30	0,8	1,1	0,7
282	1900	Rochers calcaires, pâturages alpins	40	0,6	0,7	0,9
283	740	Forêt de sapins, terrain calcaro-humifère	80	1,8	2,1	0,9
284	400	Forêt de hêtres, terrain argilo-sableux	20	Exemp. tr. jeune		
285	1000	Forêts de sapins, sol argilo-calc. assez humide	80	1,7	1,9	0,9
286	80	Rives du Tessin	85	1,3	1,5	0,9
287		Hautes latitudes	42	1,3	0,9	1,5
288	65	Pied des bouleaux, endroits non marécageux	36	1,3	0,9	1,5
289		Hautes latitudes	41	1,7	1,5	1,2
290	2300	Endroits herbeux	15	1,7	1,2	1,5
291	550	Prairies humides	55	1,7	2,2	0,8
292	410	Bords d'un bassin de jardin	60	2,3	2,1	1,1
293	100	Bords de la Sorgue	73	1,6	1,7	0,9
294	440	Fossés	63	1,6	1,5	1,1
295	5	Forêt humide	80	0,8	1,3	0,6
296	120	»	40	1,2	1,7	0,7
297	200	Forêt humide sur grès vert	65	1,1	1,8	0,6
298	540	Forêt humide	80	1,3	1,8	0,7
299	900	Taillis sur dolomite	45	0,6	0,9	0,7
300	900	»	60	0,6	0,9	0,7
301	900	»	45	0,7	0,8	0,9
302	1050	Rochers calcaires	12	0,4	0,5	0,8

COUPE		EPI- DERME		MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LACUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES					
Type	Fixité du caractère	Type d'épiderme	Type d'épiderme	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
IV	—	I	VII	3 H — 1 B	—	III	—	E	$\frac{4}{5}$	20	5	—	15	—	—
XII	—	II	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{1}{3}$	14	7	—	7	—	—
XVII	—	II	III	5 H — 1 B	—	I	—	E et sous	$\frac{1}{10}$	69	48	—	—	21	—
XVIII	N	II	III	5 H — 0 B	N	II	F	Sous	$\frac{1}{5}$	60	48	—	4	8	—
XIII	—	II	III	4 H — 1 B	—	I	—	E	$\frac{1}{8}$	46	34	—	2	10	F
XIII	—	II	III	4 H — 0 B	—	I	—	Sous	$\frac{1}{10}$	89	47	2	1	39	—
III	—	II	III	3 H — 0 B	—	III	—	E et sous	$\frac{3}{5}$	33	20	1	—	12	—
VII	N	II	III	3 H — 1 B	N	III	F	E	$\frac{1}{2}$	26	16	1	2	7	F
IX	—	II	III	4 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	24	17	—	3	4	—
IX	—	II	III	4 H — 0 B	—	III	—	E et sous	$\frac{3}{5}$	33	23	—	1	9	—
VI	—	I	VII	4 H — 1 B	—	II	—	E	$\frac{2}{5}$	12	7	—	5	—	—
VI	F	I	VII	4 H — 1 B	F	II	F	»	$\frac{1}{2}$	14	8	—	6	—	F
VI	—	II	VII	4 H — 2 B	—	II	—	»	$\frac{1}{4}$	11	4	—	7	—	—
VII	—	I	VII	3 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{3}$	11	7	—	4	—	—
VII	N	I	VII	3 H — 1 B	F	III	F	»	$\frac{3}{5}$	19	12	—	7	—	—
VII	—	I	VII	2 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	17	13	—	14	—	N
III	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{3}{5}$	24	17	—	4	3	—
III	—	I	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	14	8	—	6	—	—
III	F	I	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	F	II	F	»	$\frac{2}{5}$	49	32	—	—	17	—
III	—	I	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	—	II	—	»	$\frac{1}{3}$	18	15	—	—	3	—
III	—	I	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	—	II	—	»	$\frac{1}{3}$	37	28	—	—	9	F
IX	—	I	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	—	II	—	»	$\frac{1}{5}$	32	23	—	—	9	—
IX	—	I	VII	2 H — $\frac{1}{2}$ B	—	III	—	E (sur)	$\frac{1}{2}$	13	11	—	2	—	—
IX	F	II	VII	2 H — $\frac{1}{2}$ B	N	III	F	»	$\frac{1}{2}$	23	14	—	9	—	N
IX	—	III	VII	2 H — 0 B	—	III	—	E	$\frac{3}{5}$	22	15	—	7	—	—
VII	—	II	VII	4 H — 2 B	—	III	—	E (sur)	$\frac{4}{5}$	33	13	—	13	17	—
XV	—	III	VII	4 H — $\frac{1}{2}$ B	—	III	—	E (sous)	$\frac{1}{10}$	35	33	—	—	2	—
XIII	F	IV	V	4 H — $\frac{1}{2}$ B	N	I	N	E	$\frac{1}{10}$	45	37	—	—	8	F
XV	—	III	VII	3 H — $\frac{1}{2}$ B	—	II	—	E et sous	$\frac{1}{5}$	36	33	—	—	3	—
XV	—	III	VII	3 H — 0 B	—	II	—	»	$\frac{1}{3}$	44	34	—	—	10	—
VII	—	I	VII	3 H — 1 B	—	III	—	E (sous)	$\frac{3}{5}$	25	23	—	—	2	—
IX	F	II	VII	3 H — 0 B	N	III	F	»	$\frac{3}{5}$	47	27	—	—	20	F
IX	—	I	0	0	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	34	14	3	3	14	—
IX	—	I	VII	3 H — 1 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	29	23	—	—	6	—
VII	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	E	$\frac{1}{2}$	20	12	—	7	4	—
VII	F	II	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	$\frac{2}{5}$	22	12	—	5	5	F
VII	—	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	$\frac{1}{2}$	16	13	—	—	3	—
IV	—	II	VII	3 H — 1 B	—	I	—	»	$\frac{1}{6}$	9	6	—	—	—	—

N ^o	ORIGINE		DIMENSIONS			
	Altitude en mètres	Nature du sol	Longueur en cm.	Largeur en mm.	Épaisseur en mm.	Rapport des deux
1	2	3	4	5	6	7
303	1200	Rochers calcaires	25	0,5	0,8	0,4
304	1420	»	20	0,5	0,6	0,3
305	400	»	42	0,2	0,35	0,4
306	1	Prairies inondées	28	0,6	0,9	0,7
307	310	Lieux marécageux	35	0,6	0,8	0,7
308	445	Marais tourbeux	43	1,1	1,4	0,4
309	1000	»	70	0,8	1,1	0,7
310	200	Bois humide	38	1	1,1	0,4
311	25	Prairies	30	0,8	1,1	0,7
312	150	»	29	0,8	1	0,7
313	780	Prés humides	50	0,7	0,9	0,7
314		Hautes latitudes	62	1,3	1	1,3
315	900	Tourbière	29	1,1	1,1	1
316	2200	Sur terrain liasique	27	1,1	1,2	0,3
317	2300	Pâturages	13	1	1,1	0,7
318	2000	Hautes latitudes	17	0,9	1	0,7
319	2400	Gazons au bord d'un lac	17	1,3	1,4	0,7
320	2100	Pâturages alpins humides	9	0,8	1	0,7
321	2100	»	12	1,3	1,4	0,7
322	10	Hautes latitudes, 70° lat. N.	25	0,9	1,2	0,7
323	420	Pré humide sur moraine	13	0,8	0,9	0,7
324	400	Talus gazonné sur moraine	18	1	1,1	0,7
325			26	0,9	0,8	1,1
326	200	Collines gazonnées	10	0,7	0,9	0,7
327		Prés humides	70	2,2	2,2	1
328		»	80	2,2	1,9	1,1
329	440	Fossés	70	3	2	1,1
330	780	Bords du Seyon (ruisseau)	38	2,3	2,1	1,1
331	15	Haies	27	0,8	0,8	1
332	500	»	40	1,2	1,2	1
333	585	»	55	1	1,2	0,7
334	450	Prairies	35	1	0,9	1,1
335	300	Forêt humide, dans un fossé	65	2,3	2,8	0,7
336		Fossés	38	1,7	2	0,7
337	5	Prairies humides saumâtres	34	1,2	1,2	1
338	450	Endroits humides	70	2	2,3	1,1
339	1500	Sol calcaire	22	0,9	1,2	0,7
340	1200	Prairie subalpine	25	1	1,5	0,7

COUPE		EPIDERME	MÉSOPHYLLE		Parenchyme incolore		LACUNES AÉRIFÈRES		FAISCEAUX FIBROVASCULAIRES						
Type	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Type d'épiderme	Type de stomates	Répartition	Fixité du caractère	Répartition	Fixité du caractère	Disposition	Proportion	Nombre total	Type I	Type II	Type III	Type IV	Fixité du caractère
VII	N	I	VII	4 H — 1 B	F	III	N	E »	2 3 3	17	10	6	4	—	—
VII	N	II	VII	3 H — 1 B	F	II	N	»	1 3 3	18	9	—	6	3	N
VII	N	II	VII	— ?	—	I	—	Sur	1 3 6	8	6	—	2	—	—
VII	N	I	VII	Plein	—	III	—	—	2 3 5	15	12	—	3	—	—
VII	N	III	III	3 H — 2 B	N	III	F	E »	2 3 5	13	8	—	5	—	—
VII	N	II	III	4 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 5	21	14	—	7	—	F
VII	N	II	III	3 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 5	23	12	1	2	—	—
XII	N	II	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	1 1 3	16	16	—	—	—	—
XI	F	IV	II	3 H — 2 B	—	III	F	»	1 1 3	19	16	—	3	—	—
XI	F	III	VII	4 H — 2 B	F	III	—	»	2 3 5	14	14	—	—	—	F
XI	F	III	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 5	22	18	—	4	—	—
XII	F	III	VII	3 H — 1 B	—	III	—	»	2 3 5	22	19	—	—	3	F
XII	F	II	VII	4 H — 1 B	F	III	N	»	2 3 5	23	16	—	—	7	F
III	F	IV	V	2 H — 1 B	—	III	—	»	3 3 5	16	10	1	5	—	—
III	F	IV	V	2 H — 1 B	N	II	F	»	1 1 2	18	15	—	3	—	—
III	F	IV	V	2 H — 2 B	—	III	—	»	1 1 2	13	10	—	3	—	N
III	F	IV	V	3 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 5	25	4	—	—	—	—
IX	F	I	VII	3 H — 1 B	—	II	—	Sur	1 1 3	18	9	—	9	—	—
XII	F	I	VII	4 H — 1 B	F	II	F	E »	1 1 3	20	13	1	8	—	F
VII	F	I	VII	3 H — 1 B	—	II	—	»	1 1 3	16	15	—	4	—	—
VII	F	II	VII	2 H — 3 B	—	I	N	»	1 1 6	20	11	—	9	—	—
III	F	II	VII	2 H — 4 B	F	I	—	»	1 1 6	21	11	2	2	—	N
III	F	II	VII	2 H — 4 B	—	II	—	»	1 1 2	22	13	—	8	—	—
VII	F	II	VII	2 H — 3 B	—	I	—	»	1 1 5	20	15	1	—	4	—
XI	F	II	VII	3 H — 0 B	—	III	—	»	1 1 5	38	31	—	—	7	—
XI	F	II	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	1 1 5	39	31	—	—	8	—
XI	F	II	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	1 1 5	36	30	—	—	6	F
XI	F	II	VII	3 H — 0 B	—	III	—	»	1 1 5	38	31	—	—	7	—
VI	F	I	VII	3 H — 7	—	III	—	»	1 1 5	21	10	—	11	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	F	III	F	»	1 1 5	24	12	—	12	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	1 1 5	23	21	—	2	—	F
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 3	20	13	—	7	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	3 3 1	46	31	—	15	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	F	II	N	»	1 2 2	28	18	—	10	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	1 10 3	21	15	—	6	—	F
VI	F	I	VII	3 H — 2 B	—	III	—	»	2 3 3	27	24	—	3	—	—
VI	F	I	VII	3 H — 1 B	F	II	—	»	2 3 3	22	13	—	9	—	—
VII	F	I	VII	3 H — 1 B	F	III	—	»	2 3 3	29	17	—	12	—	—

CHAPITRE V

VALEUR APPLICATIVE DES CARACTÈRES ÉTUDIÉS

§ 1. Anatomie et Localités

Nous traiterons ce paragraphe comme dans notre étude foliaire. Nous étudierons successivement :

- a) *Les dimensions de la tige ;*
- b) *La forme de la coupe transversale ;*
- c) *Le mésophylle ;*
- d) *Le parenchyme incolore ;*
- e) *Les faisceaux libéroligneux.*

Pour nous guider nous avons divisé les localités en 7 groupes, soit :

- 1. *Lieux secs, ensoleillés ;*
- 2. *Lieux assez secs, plus ou moins couverts ;*
- 3. *Forêts peu humides ;*
- 4. *Lieux libres assez humides ;*
- 5. *Forêts humides ;*
- 6. *Tourbières ;*
- 7. *Lieux très humides.*

a. Dimensions de la tige.

La tige des *Carex* varie en longueur dans des limites assez étendues. Les extrêmes que nous avons observés sont : chez *C. humilis* 3 cm. et chez *C. riparia* 145 cm. Les moyennes spécifiques extrêmes sont 6 cm. chez *C. humilis* et 113 cm. chez *C. riparia*. La largeur

de la tige varie naturellement beaucoup moins. Les extrêmes observés sont : 0^{mm},35 chez *C. tenuis* et 4^{mm},05 chez *C. riparia* comme moyennes spécifiques ; 0^{mm},20 chez *C. tenuis* et 5^{mm},50 chez *C. riparia* comme extrêmes individuels.

Si nous établissons un tableau comparatif des moyennes des longueurs et des largeurs pour les Carex de chaque espèce de localités, ainsi que du rapport existant entre ces deux grandeurs, nous aurons ce qui suit :

Type de localité	Longueur moyenne en cm.	Largeur moyenne en mm.	Rapport des deux dimensions
1	21 ^{cm} ,3	0 ^{mm} ,71	300 : 1
2	30 ^{cm}	0 ^{mm} ,97	309 : 1
3	40 ^{cm} ,5	0 ^{mm} ,98	413 : 1
4	29 ^{cm}	1 ^{mm} ,10	263 : 1
5	49 ^{cm}	1 ^{mm} ,10	445 : 1
6	32 ^{cm}	0 ^{mm} ,90	356 : 1
7	47 ^{cm} ,5	1 ^{mm} ,50	317 : 1

Si donc nous rangeons les localités d'après le volume des tiges qui y croissent en supposant l'épaisseur de la tige égale à sa largeur, ce qui est bien près de l'exactitude mathématique, nous aurons :

Localités	Volumes relatifs arrondis
Lieux secs ensoleillés.	1075
Tourbières.	2600
Lieux assez secs $\pm$ couverts.	2725
Lieux libres assez humides	3500
Forêts peu humides	3900
Forêts humides.	5900
Lieux très humides	10700

Ce sont ces volumes comparés qui nous paraissent avoir seuls une valeur pour la discussion puisque c'est du volume que dépend la surface extérieure. Dans le cas particulier les chiffres confirment absolument les déductions de la théorie.

Les *Carex* des lieux secs ont des tiges à volume restreint à cause des difficultés de leur existence et des exigences d'une structure xérophile.

Puis suivent les espèces des tourbières. Pour bien comprendre ce fait il faut se rappeler que ces localités sont physiologiquement sèches. Les acides humique et ulmique de l'eau tourbeuse sont des poisons pour la plante, celle-ci doit absorber peu de cette eau afin de peu transpirer. De là ce volume réduit indice d'une structure xérophile. On sait du reste que d'autres plantes telles que les *Vaccinium* se présentent avec les mêmes caractères anatomiques dans l'humidité des tourbières et dans la sécheresse des bruyères.

La succession des *Carex* des lieux assez secs, puis des lieux libres assez humides ne présente rien que de très naturel. Puis viennent les espèces des forêts peu humides et des forêts humides.

On sera sans doute frappé du grand volume relatif des tiges qui croissent à l'ombre des grands végétaux. On comprendra sans peine que la diminution de l'éclairement soit un facteur hygrophile et que les plantes des sous-bois doivent augmenter leur masse pour augmenter aussi leur surface chlorophyllienne et leur système aérifère.

Le développement énorme des espèces des localités très humides s'explique par un raisonnement analogue. Il s'agit pour elles surtout de transpirer beaucoup.

Nous tirerons de ces considérations les conclusions suivantes :

1. *Les tiges des Carex des lieux secs ont le volume le plus restreint, celles des espèces aquatiques ont le plus considérable. Il existe tous les intermédiaires.*

2. *Les Carex des tourbières sont semblables à ceux des endroits secs.*

3. *Pour un même degré d'humidité, les espèces des forêts sont plus développées que celles des endroits découverts.*

b. Forme de la coupe transversale.

Nous avons divisé les types de coupe en trois groupes, du reste quelque peu arbitraires, qui sont :

α Types I à VII, du cercle au triangle à angles arrondis.

β Types VIII à XII, du triangle arrondi au triangle aigu.

γ Types XIII à XVII, du triangle aigu à la coupe hastée.

En classant dans ces trois groupes les espèces des diverses localités, nous avons le tableau suivant :

Localités	α		β		γ	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1	11	92 °	1	8 °	0	0 °
2	6	50 °	6	50 °	0	0 °
3	4	67 °	2	33 °	0	0 °
4	7	44 °	7	44 °	2	12 °
5	2	25 °	6	75 °	0	0 °
6	9	60 °	4	27 °	2	13 °
7	4	19 °	9	43 °	8	38 °

Ce tableau montre une relation évidente entre la forme de la tige et le degré d'humidité des localités.

Les espèces des lieux secs ont pour la presque totalité une forme circulaire, la forme la plus économique et la plus résistante pour une même masse.

Les espèces des tourbières ont encore le 60 % qui indiquent leur caractère xérophile, tandis que 13 % sont nettement hygrophiles. Cela tient aux espèces ubiquistes qui sont adaptées indifféremment à l'eau ordinaire et à l'eau tourbeuse.

Les *Carex* des lieux libres assez secs et un peu humides montrent une gradation très régulière.

Les formes aquatiques des eaux non tourbeuses montrent un développement de surface considérable par la présence presque constante d'éperons, d'angles rentrants ou du moins d'angles vifs avec côtés rectilignes. Or, on sait que pour un volume donné c'est le prisme triangulaire qui possède la plus grande surface, surtout s'il possède des faces concaves.

Les espèces forestières peuvent nous étonner d'après ce que nous avons vu sous litt. *a*. Celles qui habitent les forêts peu humides sont en grande majorité arrondies de tiges, celles des forêts humides tiennent le milieu. Il faut croire qu'il y a là un correctif au volume considérable. La lumière des sous-bois étant toujours un peu empêchée, la photosynthèse se fait plus péniblement et la plante a plus de peine à fabriquer ses matériaux de construction. De là économie nécessaire et tendance à la forme cylindrique.

Les conclusions de ce paragraphe sont les suivantes :

1. *Les Carex des localités sèches ont des tiges cylindriques, ceux des lieux très humides les ont triangulaires*

à angles vifs, parfois même rentrants. On a tous les intermédiaires.

2. Les *Carex* des forêts se montrent pour un même degré d'humidité mieux adaptés à l'économie de matière que leurs congénères des lieux découverts. Les espèces des forêts sèches ont une surface plus réduite que celles des forêts humides.

Les conclusions de litt. *b* concordent donc parfaitement avec celles de litt. *a*, même pour les espèces des forêts qui semblent d'abord faire exception.

Une conclusion générale pour les deux litt. *a* et *b* sera celle-ci :

Les Carex à faible tige ont une coupe circulaire, les formes à tige fortement développée ont une coupe nettement triangulaire aiguë. On observe tous les intermédiaires.

c. Le Mésophylle.

Nous avons vu dans le Supplément à notre étude foliaire que la distribution du mésophylle présente des rapports remarquables avec les localités.

Voyons ce qui en est avec le mésophylle caulinaire. Représentons par :

A	les espèces chez lesquelles nous avons au moins la proportion	1 H : > 1 B
B	" " " " "	1 H : 1 B
C	" " " " "	2 H : 1 B
D	" " " " "	3 H : 1 B
E	" " " " "	> 3 H : 1 B
F	" " " " "	x H : 0 B

En faisant le tableau de la répartition de chacune de ces catégories pour les sept espèces de localités, nous aurons ce qui suit :

Localités	A		B		C		D		E		F	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1	2	17 ⁰ / ₀	2	17 ⁰ / ₀	4	33 ⁰ / ₀	3	25 ⁰ / ₀	1	8 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀
2	0	0 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	6	50 ⁰ / ₀	1	8 ⁰ / ₀	3	25 ⁰ / ₀	2	17 ⁰ / ₀
3	0	0 ⁰ / ₀	1	17 ⁰ / ₀	4	67 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	1	16 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀
4	0	0 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	5	31 ⁰ / ₀	6	37 ⁰ / ₀	4	25 ⁰ / ₀	1	7 ⁰ / ₀
5	0	0 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	5	63 ⁰ / ₀	1	13 ⁰ / ₀	1	12 ⁰ / ₀	1	12 ⁰ / ₀
6	0	0 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	3	20 ⁰ / ₀	5	33 ⁰ / ₀	4	27 ⁰ / ₀	3	20 ⁰ / ₀
7	0	0 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	6	29 ⁰ / ₀	2	10 ⁰ / ₀	6	28 ⁰ / ₀	7	33 ⁰ / ₀

Nous avons souligné dans chaque colonne le chiffre le plus fort. Deux conclusions apparaissent dès lors clairement, savoir :

1. Dans la plupart des tiges de *Carex*, la plus grande partie du mésophylle est située entre les lacunes aérifères et l'épiderme.

2. Chez les espèces hygrophiles la proportion de mésophylle sus-lacunaire est plus considérable que chez les formes xérophiles.

Pour les feuilles, nous avons démontré exactement l'inverse. Le parenchyme incolore, très développé chez les espèces hygrophiles, repousse le mésophylle à la face inférieure des feuilles et à la périphérie de la tige. Il est facile de comprendre que le parenchyme vert ne se concentre point à l'intérieur, puisqu'il doit être en contact direct avec les faisceaux qui se trouvent à la périphérie et qu'en même temps il doit se trouver exposé à une lumière assez vive pour provoquer une photosynthèse active. Mieux encore, ce mésophylle doit communiquer sans obstacle avec les appareils stomatiques. Or ceux-ci se trouvent à la face inférieure des feuilles et à la périphérie des tiges.

Chez les espèces xérophiles, le parenchyme incolore étant à peu près nul ou peu développé, le mésophylle a pu s'étendre tout autour des lacunes.

d. Le Parenchyme incolore.

Nous avons au chapitre III indiqué trois types de répartition du parenchyme incolore.

En recherchant la distribution de ces types pour chaque espèce de localité, nous aurons le tableau suivant :

Type de répartition	LOCALITÉS													
	1		2		3		4		5		6		7	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
I	6	50 %	0	0 %	2	33 %	1	7 %	0	0 %	1	7 %	5	24 %
II	3	25 %	2	17 %	2	34 %	2	12 %	1	13 %	6	40 %	4	19 %
III	3	25 %	12	83 %	2	33 %	13	81 %	7	87 %	8	53 %	12	57 %
TOTAL	12	100 %	14	100 %	6	100 %	16	100 %	8	100 %	15	100 %	21	100 %

Comme ce tableau le démontre, une conclusion précise ne saurait s'imposer. Les cas extrêmes présentent, il est vrai, une tendance, surtout les types xérophiles, dont le 50 % montrent toujours un parenchyme incolore sans discontinuité ni lacunes. Chez les espèces des endroits très humides, un canal aérière central se rencontre chez la majorité 57 %. Mais ces chiffres sont loin de surpasser les autres comme ceux que l'on voit pour les localités 2, 4 et 5 où respectivement le 83 %, le 81 % et le 87 % des formes montrent une cavité centrale. Or les localités 2 et 4

sont quelconques, de sorte qu'elles ne nous permettent aucune déduction exacte. Nous concluerons donc en disant :

Il n'existe aucun rapport constant entre la localité habitée par un Carex et l'absence ou la présence d'un canal médullaire.

Par contre, nous avons dès lors le droit de croire que ce canal central ne sert pas à l'aération de la plante, mais que ce rôle est surtout dévolu aux lacunes intermésophylliennes. Le canal médullaire est simplement dû à la destruction du parenchyme incolore par suite d'une croissance rapide à la périphérie.

Nous avons fait déjà remarquer sous litt. *c* le développement considérable du parenchyme incolore chez les formes des endroits humides. Nous lui attribuerons ici, comme dans notre étude foliaire, le rôle de tissu aquifère pour les mêmes raisons.

e. Les Faisceaux libéroligneux.

Pour la classification des Carex d'après le genre prédominant de faisceaux, nous avons laissé de côté le type II qui n'est qu'exceptionnel. Nous aurons ainsi :

G : Absence de faisceaux IV ; prédominance des faisceaux I

H : " " " " ; " " " III

I : Présence " " IV

Variables : Présence de faisceaux IV et de faisceaux I ou III

En les répartissant d'après les localités, nous aurons :

Localités	G		H		I		Variables		Totaux	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1	6	50 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	2	17 ⁰ / ₀	4	33 ⁰ / ₀	12	100 ⁰ / ₀
2	5	42 ⁰ / ₀	1	8 ⁰ / ₀	2	17 ⁰ / ₀	4	33 ⁰ / ₀	12	100 ⁰ / ₀
3	4	65 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	2	35 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	6	100 ⁰ / ₀
4	8	50 ⁰ / ₀	1	7 ⁰ / ₀	3	18 ⁰ / ₀	4	25 ⁰ / ₀	16	100 ⁰ / ₀
5	4	50 ⁰ / ₀	1	13 ⁰ / ₀	3	37 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	8	100 ⁰ / ₀
6	1	7 ⁰ / ₀	6	40 ⁰ / ₀	8	53 ⁰ / ₀	0	0 ⁰ / ₀	15	100 ⁰ / ₀
7	5	24 ⁰ / ₀	3	14 ⁰ / ₀	12	57 ⁰ / ₀	1	5 ⁰ / ₀	21	100 ⁰ / ₀

La première conclusion qui frappe au vu de ce tableau est :

1. *La distribution des faisceaux libéroligneux est la plus variable chez les espèces habitant les endroits découverts, secs ou peu humides. Elle est à peu près invariable chez les formes des endroits très humides ou des forêts.*

Nous pensons que cela tient à la différence de volume. Chez les formes à volume réduit tout faisceau qui prend un peu trop de développement tend à passer dans le parenchyme incolore où la place ne manque pas. Faisons toutefois remarquer que chez les espèces des tourbières, si le cas se produit, il est général, de sorte qu'il ne se présente pas d'espèces variables.

Si nous faisons abstraction des espèces variables, une seconde conclusion s'impose, savoir :

2. *Chez la majorité des Carex xérophiles les faisceaux sont renfermés dans le parenchyme vert; chez la plupart des espèces hygrophiles on en rencontre aussi dans le parenchyme incolore.*

Cette répartition paraît être une pure fonction du nombre des faisceaux. Nous avons en effet :

Dans le groupe G une moyenne de 19 faisceaux par plante					
"	"	H	"	18	"
"	"	I	"	33	"

Comme nous avons déjà vu que les espèces hygrophiles sont les plus grandes et qu'elles possèdent aussi naturellement le plus grand nombre de faisceaux, nous admettrons sans autre cette loi :

3. *La répartition des faisceaux dans la tige des Carex ne dépend que du nombre de ces faisceaux.*

§ 2. Anatomie et Espèces.

a. Dimensions de la tige.

Dans chaque espèce les dimensions de la tige peuvent beaucoup varier. Il va sans dire qu'on ne saurait dire d'aucune espèce que la longueur ou la largeur de la tige sont invariables.

Nous n'examinerons ici que la longueur, la largeur et l'épaisseur en étant une fonction assez régulière.

Les espèces qui ont montré le moins de fixité sont :

C. incurva, avec des extrêmes de 4 cm. et 25 cm. et
C. Goodenoughii, avec des extrêmes de 5 cm. et 40 cm.

Si nous classions les espèces par groupes, suivant le rapport existant entre les 2 longueurs extrêmes observées dans l'espèce, nous aurions

18 espèces présentant moins du rapport 1 : 1,5. soit le	20	0/0
35 " " " " " 1 : 2, " "	39,0	0/0
24 " " " " " 1 : 3, " "	27,0	0/0
11 " " " " " 1 : 5, " "	12	0/0
2 " " " " " 1 : 5, " "	2,0	0/0
90 espèces au total, soit le.	100	0/0

On voit dans ces conditions qu'on ne saurait élever les dimensions des tiges au rang de caractère important et qu'il faut le garder pour des diagnoses restreintes entre des espèces dont les dimensions relatives soient bien différentes.

Les mêmes remarques peuvent s'appliquer à la largeur et à l'épaisseur des tiges.

b. Forme de la coupe transversale.

Si nous classons les 90 espèces examinées d'après le nombre de types différents se rencontrant dans chaque espèce, nous voyons que

32 espèces,	soit le 35 %	n'offrent qu'un seul type ;
43 » »	48 %	offrent deux types ;
15 » »	17 %	offrent plus de deux types.

Si nous appelons *espèces fixes* celles qui ne présentent qu'un type ou deux types voisins, et *espèces variables* les autres, nous avons

63 espèces fixes,	soit le 70 %	et
27 » variables,	» 30 %	.

Cette proportion nous autorise à considérer le caractère en question comme étant des plus importants et pouvant servir de base à des diagnoses générales.

Comme nous avons déjà obtenu un résultat analogue en étudiant les feuilles de *Carex*, nous émettons la conclusion suivante :

La forme des organes végétatifs des Carex est un caractère spécifique.

c. Le Mésophylle.

Nous appellerons *espèces fixes* celles dont les proportions du mésophylle sus et sous-lacunaire restent constantes ou à peu près. Ce rapport ne devra, par exemple, jamais passer de $> 1 : 1$ à $1 : 1$ ou $x : 0$. Les *espèces variables* sont les autres qui montreront par exemple : $1 : 1$ à côté de $> 1 : 1$, ou $1 : 0$ à côté de $> 1 : 1$.

Ainsi considérées, nous aurons :

63 espèces fixes, soit le 70 % et

27 » variables, » 30 %.

Le caractère est donc bon et nous concluerons à son égard absolument comme nous l'avons fait avec litt. b.

Ajoutons qu'en général, dans les exemplaires d'herbier, le mésophylle caulinaire est beaucoup mieux conservé que le mésophylle foliaire.

d. Le parenchyme incolore.

Il s'agit ici plutôt de la présence ou de l'absence du canal central qui existe ou non dans le parenchyme médullaire.

63 espèces aussi *sont fixes*, c'est-à-dire ne présentent qu'un type ou vaguement deux.

27 espèces aussi *sont variables*, c'est-à-dire présentent au moins deux types bien définis.

C'est donc de nouveau le 70 % d'espèces fixes, mais il faut ajouter que de ces 63 espèces, 46, soit le 73 %, présentent le type III, ce qui limite la valeur du caractère. Il n'en reste pas moins bien spécifique.

e. Les faisceaux libéroligneux.

Le nombre des faisceaux n'est absolument constant chez aucune espèce. Le plus petit nombre a été trouvé chez un exemplaire de *C. pauciflora*, soit 7 faisceaux; le plus grand nombre chez un exemplaire de *C. riparia*, soit 89 faisceaux. Les moyennes extrêmes sont 8 chez *C. pulicaris* et 69 chez *C. pendula*, 68 chez *C. riparia*, etc.

Ce n'est du reste pas à ce point de vue qu'il faut juger la question, mais d'après la constance des types de faisceaux.

Nous appellerons espèces fixes celles qui ne présentent jamais à la fois des exemplaires avec faisceaux IV et d'autres qui en soient dépourvus.

Nous aurons alors

75	espèces,	soit	le	83 %	d'espèces	fixes	et
15	»	»	»	17 %	»	variables.	

Si nous comparons ce résultat à celui de notre étude foliaire, nous concluons forcément :

De tous les caractères anatomiques des Carex, ce sont ceux des faisceaux libéroligneux qui sont le plus absolument spécifiques.

CHAPITRE VI

PARTIE SPÉCIALE

Comme dans notre étude foliaire, nous étudierons les diverses tribus, les diverses espèces dans l'ordre où les a classées *Nyman*.

1. Monostachyæ.

A. DIOICÆ, FR.

1. Davallianæ, Pax.

C. DAVALLIANA. — Cette espèce est des mieux caractérisée par son anatomie. Les faisceaux I et III sont toujours en nombre égal, le mésophylle est $4H + 1B$. La tige à angles plus ou moins accusés est hérissée de faibles trichomes.

C. DIOICA se rattache intimement au précédent par l'ensemble des caractères. Toutefois il est facile de l'en distinguer par plusieurs traits. *C. Davalliana* a une coupe vaguement triangulaire, *C. dioica* l'a franchement circulaire. *C. Davalliana* a un mésophylle $4H + 1B$, chez *C. dioica* nous avons $5H + 1B$ ou $6H + 1\frac{1}{2}B$ avec des cellules plus serrées.

Mais les deux *Davallianæ* sont bien caractérisées par leurs faisceaux, par leur mésophylle épais et par l'exiguïté de leur taille.

B. MONOICÆ, FR.

2. Pulicares, Fr.

C. MICROGLOCHIN. — *C. microglochin* présente d'étroites analogies avec les *Davallianæ*. Par la forme de la coupe, il se rapproche de *C. dioica*, tandis que pour la répartition du mésophylle et du parenchyme incolore il est plus proche parent de *C. Davalliana*. Il se distingue de tous les deux par les énormes cellules

incolores de la région sous-stomatique. Par la répartition des faisceaux, *C. microglochin* marque bien le passage à une nouvelle tribu. Chez les *Davallianæ* les faisceaux I et III étaient en même nombre, ou bien il y avait prédominance du type III. Chez les *Pulicares* le type I domine plus ou moins fortement.

C. PULICARIS. — Cette espèce se rapproche surtout de *C. Davalliana*. Sa coupe a une forme irrégulière, bossuée, plus ou moins circulaire. Le mésophylle qui chez *C. microglochin* était encore $4H + 1B$ n'est plus que $3H + 1B$. La prédominance des faisceaux du type I est encore plus accentuée.

Ainsi les *Pulicares* se montrent étroitement alliées aux *Davallianæ* dont elles ne diffèrent guère que par les faisceaux.

3. Rupestres, Pax.

C. PAUCIFLORA. — *C. pauciflora* se distingue nettement de tous les autres *Carex* étudiés par la disposition du mésophylle. Celui-ci n'est coupé par aucune lacune aérifère, formant ainsi un tout bien continu. Par les faisceaux il rappelle tantôt les *Davallianæ*, tantôt les *Pulicares*. La forme de la coupe très irrégulière rappelle beaucoup *C. rupestris*.

C. RUPESTRIS. — Le mésophylle est tantôt $4H + 1B$, tantôt $4H + 2B$, rappelant surtout *C. microglochin*. La répartition des faisceaux varie comme chez l'espèce précédente. La forme de la coupe qui, chez les espèces précédentes était circulaire ou vaguement triangulaire, est devenue franchement anguleuse, mais sans offrir encore une bien grande régularité. Il est facile en tout cas, de même que pour *C. pauciflora*, de trouver

à la coupe une largeur et une épaisseur bien caractérisées et ce sera là ce qui les distinguera des *Davallanae* et des *Pulicares*.

L'ensemble des *Monostachyæ* offre ainsi une concordance frappante entre la morphologie et l'anatomie caulinaire. Passage de la forme circulaire à la forme triangulaire ; prédominance des faisceaux III, puis des faisceaux I.

Une classification des espèces de ce groupe pourra s'établir comme suit :

Parenchyme incolore des types I ou II	Pas de trichomes	Parenchyme incolore du type III. Mésophylle 5 H + 1 B .	<i>C. dioica</i>
		Des trichomes. Mésophylle 4 H + 1 B	<i>C. Davalliana</i>
		De grosses cellules incolores sous-stomat.	<i>C. microglochin</i>
		Cellules sous-stomatiques normales	Mésophylle 3 H + 1 B <i>C. pulicaris</i>
			" tout H . <i>C. pauciflora</i>
			" 4 H + 1 B <i>C. rupestris</i>

2. HOMOSTACHYÆ, C. ACRRRHENÆ, FR.

4. *Curvulæ*, Pax.

C. CURVULA. — *C. curvula* se rattache très intimement aux *Monostachyæ*. Il est presque impossible de le distinguer de *C. dioica*. La tige en est généralement plus épaisse, mais ce n'est pas absolu. Il faut recourir aux faisceaux libéroligneux, non pas à leur nombre, mais à leur forme. Chez *C. dioica*, ils sont larges, arrondis, la masse fibroscleuse qui les unit à l'épiderme est aussi large, se rétrécissant vers les faisceaux. Ces derniers, au contraire, chez *C. curvula*, sont étroits, allongés. Le cordon fibreux est long, plus exigü vers l'épiderme qu'autour des faisceaux.

C. curvula paraît être, par l'anatomie caulinaire,

une espèce très fixe. Seule, la répartition du mésophylle varie quelque peu, passant de $5H + 1B$ à $3H + 2B$, ce qui marque le passage des *Davallianæ* aux *Chordorrhizæ*. Ce mésophylle est formé de cellules très serrées, ce qui se rencontre aussi bien chez *C. dioica* que chez *C. chordorrhiza*. Il faut naturellement attribuer cette structure xérophile aux localités.

5. Chordorrhizæ.

C. CHORDORRHIZA. — Nous venons de voir ce qui rattache cette espèce à la précédente. Elle s'en distingue avant tout par la forme de la coupe, toujours du type I chez *C. curvula*, du type III chez *C. chordorrhiza*. C'est du reste un type III très voisin de II, allongé, affectant une forme plutôt ovoïde. C'est du reste bien un premier pas vers la forme plus triangulaire de *C. incurva*.

C. INCURVA. — Cette espèce est, par la forme de sa coupe, assez variable. Cette coupe est généralement allongée, arrondie, rappelant *C. chordorrhiza*, tandis que d'autres sont plus nettement anguleuses, annonçant ainsi *C. microstyla*. Les exemplaires arrondis prédisent déjà *C. teretiuscula* des *Paniculatæ*.

C. incurva se distingue nettement des autres *Chordorrhizæ* par un mésophylle $4H + 0B$, c'est-à-dire que les lacunes aérifères font la limite entre le mésophylle et la moëlle. Notons en outre que les cordons scléreux des faisceaux présentent un étranglement à la partie sous-épidermique.

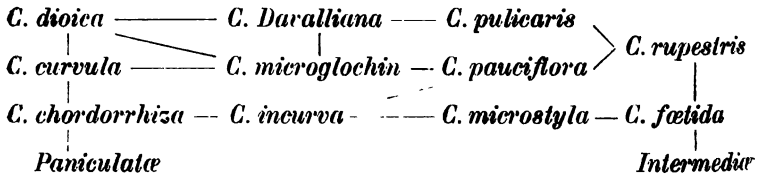
C. MICROSTYLA. — Tous les exemplaires ont une coupe de forme nettement triangulaire du type XI, mais à angles plus arrondis que ceux de *C. fetida*,

marquant ainsi le passage de cette espèce à *C. incurva*. Le mésophylle 3H + 2B indique une proche parenté avec *C. foetida* dont il est souvent impossible de le distinguer anatomiquement.

C. FOETIDA. — Par sa coupe triangulaire, cette espèce annonce bien les tribus suivantes. Elle rappelle *C. incurva* par ses faisceaux, mais est pour le reste complètement semblable à *C. microstyla*.

La tribu des *Chordorrhizæ* montre plus d'homogénéité par son anatomie caulinaire que par son anatomie foliaire. Les passages y sont bien ménagés entre *C. curvula* et les *Intermediæ*.

Ces divers rapports peuvent être indiqués comme suit :



6. *Intermediæ*, Nym.

C. DISTICHA. — *C. disticha* apparaît comme une suite naturelle de *C. foetida*.

L'épaisseur de la tige est en général plus considérable. La coupe, toujours du type XI chez l'espèce précédente, devient habituellement du type XIII, les angles sont encore mieux accusés. La principale différence réside toutefois dans les faisceaux libéroligneux. Chez *C. foetida* les faisceaux du type III peuvent dépasser en nombre ceux du type I et ne sont jamais moins du tiers du total, tandis que chez *C. disticha* ils n'atteignent pas le quart du total, les faisceaux I sont même parfois seuls.

C. REPENS. — Cette espèce se rapproche encore davantage de *C. foetida*. Elle ne s'en distingue que par la forme de la coupe XII au lieu de XI. C'est aussi ce caractère qui distingue *C. repens* de *C. remota*, il en est de même de la cavité intérieure toujours très développée chez *C. remota* ($\frac{4}{5}$), tandis que chez *C. repens* elle est assez réduite ($\frac{1}{3}$).

Une classification des espèces de ces trois dernières tribus pourra se faire comme suit :

Coupes du type I, rarement II, faisceaux allongés, étroits	<i>C. curvula</i>
» » III, allongé, ovoïde, mésophylle 2 B . . .	<i>C. chordorrhiza</i>
» » III ou VII, Mésophylle toujours 0 B . . .	<i>C. incurva</i>
» » XI (angles encore arrondis	<i>C. microstyla</i>
» » » aigus, faisceaux I pas plus des $\frac{2}{3}$. . .	<i>C. foetida</i>
» » XI ou XIII, faisceaux I plus des $\frac{3}{4}$. . .	<i>C. disticha</i>
» » XII	<i>C. repens</i>

7. *Paniculatæ*, Kunth.

C. TERETIUSCULA. — L'espèce apparaît comme assez mal définie, ce que nous avons déjà constaté pour l'anatomie foliaire. L'un des exemplaires rappelle absolument *C. incurva* des *Chordorrhizæ* par la forme de la coupe et par les stomates. Les autres ont les stomates III caractéristiques des *Paniculatæ* avec des types de coupe rappelant tantôt *C. foetida*, tantôt *C. paniculata*. Anatomiquement, *C. teretiuscula* serait à considérer comme un hybride entre *Paniculatæ* et *Chordorrhizæ*, d'où ces caractères synthétiques.

C. PARADOXA. — Cette espèce continue la précédente par tous ses caractères. Elle s'en distingue par une coupe du type XI des plus marquées, avec des épérons très accusés et de forme très symétrique, tandis que chez *C. teretiuscula* elle est irrégulière.

C. PANICULATA. — *C. paniculata* présente tous les caractères de *C. paradoxa*. On ne peut l'en distinguer que par les dimensions de la tige qui, chez *C. paradoxa*, ne dépasse guère 1-1^{mm},2 d'épaisseur, tandis que chez *C. paniculata* elle varie de 1^{mm},6 à 2^{mm},8. La coupe est moins nettement XI et tend quelque peu vers VII.

Par leur anatomie caulinare, les *Paniculatæ* se rapprochent moins des *Vesicariæ* que par leur anatomie foliaire. Il leur manque complètement les faisceaux du type IV, caractéristiques des *Vesicariæ*. Elles se montrent bien les proches parentes des *Vulpinæ*.

8. *Vulpinæ*, Kunth.

C. VULPINA. — Une forme de coupe typique appartient à cette espèce. C'est le type XVI devenant rarement XV. Les lacunes aérifères intramésophylliennes sont remplies d'un tissu étoilé, à mailles lâches. Par le nombre et la disposition des faisceaux, *C. vulpina* rappelle beaucoup les *Paniculatæ*, de même que par la répartition du mésophylle.

C. VIRENS. — A part la forme de la coupe et la taille *C. virens* rappelle complètement *C. vulpina*. Pour la coupe, elle est tantôt du type VI, tantôt du type XI.

C. PAIRÆI. — Cette espèce ne se distingue en rien de la précédente.

C. CONTIGUA. — Tandis que *C. Pairæi* a une section du type XI, celle de *C. contigua* est du type VI. A part cela, aucune différence.

Comme dans notre étude foliaire, nous sommes donc forcément amenés à réunir ces trois dernières en une seule, *C. muricata*, L.

C. CANESCENS. — *C. canescens* se distingue des précédentes par son épiderme hérissé. Par l'ensemble des caractères, il rappelle surtout les *Vulpinæ*. Il voisine *C. echinata* par un mésophylle parfois très dense. Les faisceaux encore assez larges en font l'intermédiaire entre *C. remota* et *C. Persoonii*. Par la structure des stomates, il se rattache complètement à cette dernière espèce.

C. PERSOONII = *C. BRUNESCENS.* — Cette espèce ressemble énormément à *C. canescens* et à *C. heleonastes*. Par les stomates elle se rapproche surtout de la première, par la forme de la coupe, de la seconde. Dans certains cas, il est impossible de la distinguer de l'une ou de l'autre par la simple anatomie caulinaire. *C. Persoonii* n'a donc pas de caractère bien distinctif.

La tribu des *Canescentes* est de même difficile à caractériser dans son ensemble. C'est tout simplement l'intermédiaire entre les *Vulpinæ* et les *Monastes*.

On peut les classer comme suit :

Stomates non protégés	}	Faisceaux étroits . . .	<i>C. echinata</i>
		" très larges . . .	<i>C. remota</i>
Stomates protégés	}	Coupe des types XVI . . .	<i>C. canescens</i>
		" " VIII ou XIV	<i>C. Persoonii</i>

10. *Lagopinæ*, Nym.

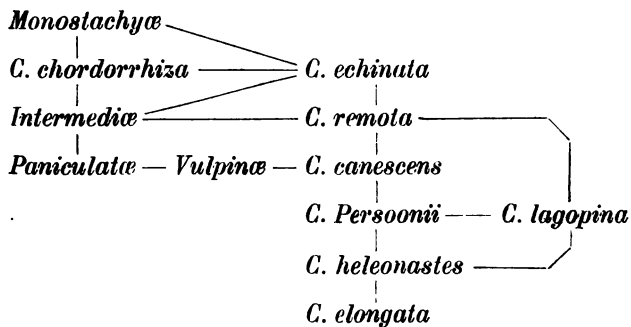
C. LAGOPINA. — *C. lagopina* rappelle beaucoup les diverses *Canescentes*, particulièrement *C. echinata* et *C. remota*. L'épiderme plus ou moins papilleux témoigne de la parenté avec *C. Persoonii*. La forme de coupe XI assez arrondie marque le degré intermédiaire entre *C. remota* et *C. heleonastes*. Nous ajouterons que l'épiderme de la tige est moins hérissé que l'épiderme

foliaire et que les stomates en sont moins protégés. C'est aussi le seul caractère bien distinctif d'avec *C. heleonastes*, qui a un épiderme très hérissé.

11. *Monastes*, Nym.

C. HELEONASTES. — Nous avons déjà indiqué les caractères qui unissent *C. heleonastes* aux tribus précédentes. Ils sont si nombreux que d'après l'anatomie caulinare il faudrait faire de *C. heleonastes* une *Canescentes*, la dernière de la tribu dont elle serait la terminaison rationnelle. *C. heleonastes* ne montre que peu d'affinités avec les *Leporinæ* telles que *C. præcox* ou *C. brizoides*. Par contre, la forme de la coupe et la disposition des faisceaux le rapprochent de *C. elongata*.

C. lagopina et *C. heleonastes* seraient donc mieux à leur place d'après l'anatomie caulinare que d'après l'anatomie foliaire. Leurs relations peuvent très bien s'indiquer sur le schéma suivant :



12. *Leporinæ*, Fr.

C. PRÆCOX. — Le caractère distinctif de cette espèce est le mésophylle 2 H-| 4 B si nettement xérophile.

Cette tendance est encore accentuée par une moëlle compacte, à cellules serrées, sans méats, et par la grande exiguité des canaux aérifères. Ainsi *C. præcox* diffère profondément des autres *Leporinæ* avec lesquelles il n'a guère de commun qu'un épiderme parfaitement lisse. Les espèces dont l'anatomie caulinaire se rapproche le plus de celle de *C. præcox* sont *C. nitida* et particulièrement *C. verna*. Notre classification devra donc le ranger dans leur voisinage.

C. LEPORINA. — Cette espèce se rattache à plusieurs des tribus précédentes. Elle rappelle particulièrement *C. chordorrhiza* et *C. ericetorum*, dont elle se distingue par un nombre de faisceaux plus considérables, chez *C. chordorrhiza* 12 à 16, chez *C. ericetorum* 17 à 24, chez *C. leporina* 31 à 32. Un des exemplaires de *C. leporina* présente déjà des faisceaux du type IV, ce qui indique une parenté avec *C. cyperoides*.

C. leporina présente les divers caractères des deux *Leporinæ* suivantes; il s'en distingue par la forme de la coupe II ou VII qui est VIII ou XI chez les autres.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer dans notre étude foliaire, *C. leporina* est bien une espèce de transition.

C. BRIZOIDES. — Par la forme de la coupe, *C. brizoides* semble dériver des *Vulpinæ*. Parmi les *Leporinæ* il prend une place à part avec cette coupe du type VIII très constant. Il se distingue aussi par le petit nombre des faisceaux, 12 à 15, tandis que chez les deux autres *Leporinæ* il y en a de 20 à 32. Le mésophylle est aussi plus dense, à cellules plus serrées.

C. ELONGATA. — De même que les trois espèces ci-dessus, *C. elongata* présente un type spécial. Il se rapproche des *Canescentes* par *C. heleonastes* et s'écarte

beaucoup des autres *Leporinæ*. Le seul caractère commun à cette tribu reste l'épiderme du type I avec des stomates du type VII.

Par conséquent, d'après l'anatomie caulinaire, cette tribu manque complètement de consistance et ses constituants doivent être répartis entre d'autres groupes plus homogènes. C'est un simple amalgame d'espèces intermédiaires. Dans ces conditions, il est peu difficile d'en classer les espèces :

Mésophylle 2 H + 4 B	<i>C. præcox</i>
Mésophylle + 1 H : 1 B }	Coupe des types II ou VII <i>C. leporina</i>
	» du type VIII . . <i>C. brizoides</i>
	» IX . . . <i>C. elongata</i>

13. *Cyperoidæ*, Nym.

C. CYPEROIDES. — Notre unique *Cyperoidæ* se rapproche surtout de *C. leporina* par son anatomie caulinaire. La répartition des faisceaux y est assez variable. Deux exemplaires possèdent déjà des faisceaux du type IV, ce qui annonce une parenté avec des *Heterostachyæ* telles que *C. Goodenoughii*. Ces faisceaux sont assez larges, ce qui rappelle les *Canescentes*. Par l'ensemble des caractères, *C. cyperoides* est bien l'intermédiaire entre *Homostachyæ* et *Heterostachyæ*.

Le groupe des *Homostachyæ* n'a pas une anatomie caulinaire bien homogène. Le seul caractère constant c'est l'absence de faisceaux du type IV, dont la présence çà et là est une anomalie. En étudiant la feuille des *Carex*, nous avons déjà fait une remarque semblable. Cette hétérogénéité est due au fait que les *Homostachyæ* ne sont qu'un groupe de transition.

On peut les classer comme suit :

3. HETEROSTACHYÆ, E. LIMNONASTES, REICHBG.

14. Mucronatæ, Nym.

C. MUCRONATA. — Cette première *Heterostachyæ* se reconnaît immédiatement à un caractère absolument propre, c'est la conformation spéciale de l'appareil stomatique, tel que nous l'avons décrit dans le chapitre *ad hoc*. Cette structure tout à fait xérophile s'explique aisément par le genre des localités préférées de *C. mucronata*, des rochers calcaires et dolomitiques. La cuticule très épaisse, la forme cylindrique de la tige, sont autant de caractères qui ont une même origine.

D'après l'anatomie caulinare, comme d'après l'anatomie foliaire, les plus proches parents de *C. mucronata* ne sont pas ceux que lui assigne la morphologie, mais bien les *Monostachyæ*, particulièrement *C. dioica* et *C. microglochin*. La conformation des cellules sous-stomatiques paraît être le seul caractère qui les différencie nettement.

Nous référant d'autre part à ce que nous avons déjà observé dans notre étude foliaire, nous croyons pouvoir affirmer ce qui suit : *C. dioica*, *C. microglochin* et *C. mucronata* ont eu le même point de départ, mais ont évolué différemment. *C. microglochin* habitant des endroits très humides, mais exposés à de brusques variations de température, s'est développé un système aérifère fonctionnant tantôt hygrophilement, tantôt xérophilement; *C. dioica* qui habite plutôt les tourbières très humides, et toujours humides, a un appareil stomatique plutôt quelconque, tandis que chez

C. mucronata il correspond à ce que nous avons rencontré de plus xérophile chez les *Carex*. En conséquence, *C. mucronata* est devenue bonne espèce par adaptation, *C. Metteniana* et *C. Custoriana* étant les intermédiaires avec les deux autres espèces ci-dessus.

C. mucronata apparaît ainsi comme un lien direct entre *Monostachyæ* et *Heterostachyæ* sans passer par les *Homostachyæ*.

15. Bicolores, Fr.

C. BICOLOR. — Il n'existe guère de ressemblance entre cette espèce et la précédente si ce n'est la disposition du mésophylle qui pour les deux est régulièrement $> 3H : 1B$. Chez *C. bicolor* il y a souvent 0 B ou $\frac{1}{2} B$. Par presque tous les autres caractères, *C. bicolor* se rapproche de *C. heleonastes*, une *Homostachyæ*. Il s'en distingue par la compacité de la moelle, ce qui le rapproche de *C. acuta* et surtout de *C. Goodenoughii*.

Le caractère propre de *C. bicolor*, c'est la prédominance constante des faisceaux du type III, formant une couronne sur la section de la tige.

C. bicolor se présente dans son ensemble comme une liaison normale entre les *Monastes* et les *Heterostachyæ*.

16. Aquatiles, Fr.

C. GOODENOUGHII. — D'après les exemplaires que nous avons examinés, *C. Goodenoughii* présente d'abord des variations assez étranges. Ces dernières le rapprochent particulièrement de *C. cæspitosa*. En comparant alors les deux espèces on remarque au contraire une grande unité et les divergences constatées paraissent devoir être attribuées à des erreurs d'herbier.

En effet, *C. Goodenoughii*, nos 131, 133 et 134 et *C. cæspitosa*, nos 39 et 40 offrent des caractères très semblables, entre autres la présence de faisceaux du type IV; de même *C. Goodenoughii*, nos 132, et *C. cæspitosa*, nos 37 et 38, montrent la plus grande similitude, particulièrement la présence unique ou presque unique de faisceaux I et l'absence totale de faisceaux IV.

Or les exemplaires du premier groupe étaient tous catalogués primitivement comme *C. vulgaris*, Fr., sauf 133 et 134 dénommés directement *C. Goodenoughii*, tandis que ceux du deuxième groupe portaient tous d'abord le nom de *C. cæspitosa*. Des déterminations subséquentes, fausses en partie, les auront fait passer là où nous les avons trouvés.

En résumé *C. Goodenoughii* est caractérisé par la présence de faisceaux IV, ce caractère le rapproche des *Prolixæ* par une moelle compacte du type I qui rappelle à la fois *C. bicolor* et *C. cæspitosa*.

La position anatomique de l'espèce correspond donc bien à sa position morphologique.

C. JUNCELLA et *C. TURFOSA* ont aussi constamment des faisceaux du type IV et correspondent par l'ensemble de leurs caractères au type général de *C. Goodenoughii*. Toutefois la structure du parenchyme incolore interne peut varier et passer aux types II ou III. C'est un indice parmi bien d'autres pour annoncer la parenté de ces espèces avec les *Atrataæ*.

17. *Prolixæ*, Fr.

C. ACUTA. — Cette espèce rappelle beaucoup la précédente. Elle s'en distingue surtout par la disposition du mésophylle qui est toujours 0 B. Ce caractère

apparaît du reste déjà çà et là chez *Goodenoughii* et variétés. Les faisceaux du type IV sont de règle, ils ne manquent qu'à l'un des exemplaires qui annonce ainsi *C. caespitosa*. Par la forme de la tige et l'anatomie de celle-ci, *C. acuta* est du reste étroitement apparentée à *C. stricta* et à *C. acutiformis*. C'est bien le passage aux *Vesicariæ*.

18. *Cæspitosæ*, Fr.

C. STRICTA. — L'anatomie caulinaire de cette espèce l'identifie avec *C. acuta*. Toutefois, les faisceaux du type IV ne manquent jamais. Parfois il existe encore quelques cellules vertes sous les lacunes aérifères. *C. stricta* se rapproche aussi beaucoup de *C. acutiformis*, dont il ne se distingue guère que par une taille moindre et un nombre moins considérable de faisceaux. Plus encore que *C. acuta*, *C. stricta* se relie intimement aux *Vesicariæ*.

C. CÆSPITOSA. — Le passage des Aquatiles aux *Atratae* est représenté par *C. caespitosa*. Nous savons déjà les liens qui l'unissent à *C. Goodenoughii*. Par le genre de disposition des faisceaux, il rappelle *C. canescens* et d'un autre côté *C. Buxbaumii*.

La classification des premières *Heterostachyæ* est des plus simples, soit :

Appareil s.-stomat. ordinaire	Appareil sous-stomatique scléreux, coupe circulaire. . .		<i>C. mucronata</i>
	Pas de faisceaux IV	Faisceaux III en majorité . . .	<i>C. bicolor</i>
		» I seuls ou en majorité . . .	<i>C. caespitosa</i>
	Des faisceaux IV	Moins de 30 faisceaux . . .	<i>C. Goodenoughii</i>
		Plus de 30 faisc. { Mésoph. > $3H + \frac{1}{2}B$	<i>C. acuta</i>
		» 4H + 0B	<i>C. stricta</i>

F. ATRATÆ, FR.

19. Atrataë, Fr.

C. ATRATA. — Les parentés de cette espèce sont assez multiples. Par la forme, par la répartition du parenchyme incolore, la similitude avec des *Chordorrhizæ* telles que *C. fœtida* est évidente; par contre, la structure de l'épiderme et surtout la présence constante de faisceaux du type IV en font une espèce voisine de *C. stricta*.

C. ATERRIMA. — Comme le démontre déjà l'anatomie foliaire, les deux premières *Atrataë* sont faciles à confondre. Deux exemplaires de *C. aterrima*, les n° 15 et 16, doivent même être identifiés avec *C. atrata*, particulièrement à cause de la présence de faisceaux IV qui manquent aux n°s 13 et 14. Ceux-ci se rapprochent de *C. nigra* dont ils se distinguent par la présence d'un canal médullaire. Ce dernier est constant chez *C. aterrima*, ainsi que la forme de la section XIII ou XIV. *C. aterrima* variant ainsi, tantôt dans le sens de *C. atrata*, tantôt dans celui de *C. nigra*, est bien l'intermédiaire obligé entre les deux espèces.

C. NIGRA. — La parenté étroite de cette espèce avec *C. atrata* se remarque dans l'ensemble des caractères, le n° 197 a même encore des faisceaux du type IV; les autres exemplaires en sont dépourvus et ressemblent ainsi à *C. aterrima*. Ils s'en distinguent toutefois par un parenchyme incolore du type II. *C. nigra* ne présente, d'après l'anatomie caulinare, aucun rapport avec *C. Goodenoughii*. Par la structure de l'appareil stomatique, il annonce *C. Buxbaumii*. C'est de l'espèce suivante qu'il se rapproche le plus.

C. VAHLII. — Les faisceaux IV ne se rencontrent plus chez cette espèce, indiquant ainsi une parenté plus intime avec *C. Buxbaumii*. *C. Vahlü* se distingue de celui-ci par son parenchyme incolore II, et de *C. nigra* par une section des types IX ou XII. L'épiderme complètement lisse diffère de celui des autres *Atratae*.

C. BUXBAUMII. — La série normale continuant cette espèce marque bien le passage des *Atratae* aux *Limosa*, particulièrement à *C. limosa*. *C. Buxbaumii* possède le canal médullaire qui manque à *C. nigra* et se rapproche ainsi de *C. aterrima*, par contre la présence presque toujours exclusive de faisceaux du type I l'allie intimement à *C. Vahlü*. *C. Buxbaumii* se distingue aussi par de larges cordons scléreux et par un mésophylle très dense. Un caractère variable est l'épiderme, très papilleux chez deux exemplaires, très lisse chez les deux autres.

En résumé, la tribu des *Atratae* montre une continuité des plus harmoniques. Le caractère général à toutes les espèces est une coupe nettement triangulaire, jamais circulaire et jamais avec des angles rentrants. On peut les classer de la manière suivante :

Parenchyme incolore du type III	{	Section du type VIII. . .	<i>C. atrata</i>
		» des types XIII ou XIV	<i>C. aterrima</i>
Parenchyme incolore des types I ou II	{	» » XI ou XII .	<i>C. Buxbaumii</i>
		» » IX ou XII .	<i>C. Vahlü</i>
		» » XIII ou XIV	<i>C. nigra</i>

G. CYRTOSTOMÆ, NYM.

20. *Limosæ*, Fr.

C. USTULATA. — Cette espèce, caractérisée par une section III, par un canal médullaire et par un épiderme assez papilleux, ne ressemble guère aux autres *Limosæ*. Elle apparaît plutôt comme un intermédiaire entre *C. aterrima* et des formes éloignées telles que *C. clavæformis*. Par la variabilité de la disposition des faisceaux, *C. ustulata* appartient bien aux présentes tribus.

C. LIMOSA. — D'après la disposition des faisceaux, d'après le mésophylle $5H + 2B$, d'après les stomates, par la présence d'un canal médullaire, par la forme, *C. limosa* se relie étroitement à *C. Buxbaumii*, il n'y a qu'une différence de taille. *C. limosa* est donc le passage aux *Atrataæ*. Un caractère variable de cette espèce est la forme de la section qui peut être VII, VIII ou XI.

C. IRRIGUA. — *C. irrigua* est caractérisé par la constance de la forme X de la coupe et par la présence d'un canal médullaire. La variabilité de la disposition des faisceaux, ainsi que celle du type des stomates, rappelle *C. aterrima* et *C. Buxbaumii*, de même que plusieurs *Pallescentes*. Elle annonce donc une parenté avec ces dernières.

Les *Limosæ* n'ont qu'un caractère général, savoir la présence d'un canal médullaire. Or nous avons vu que ce caractère est subordonné à celui des faisceaux. Les *Limosæ* sont donc très variables et il est en conséquence difficile de les délimiter nettement dans une classification d'ensemble.

Entre elles, la chose est plus facile, nous avons en effet :

Un canal médullaire	{	Forme de coupe III	<i>C. ustulata</i>
		Formes de coupes VII, VIII ou XI	<i>C. limosa</i>
		Forme de coupe X	<i>C. irrigua</i>

21. Pallescentes, Fr.

C. PANICEA. — Cette espèce dérive directement de *C. limosa*. Elle n'en diffère que par la présence de faisceaux IV. A part cela les deux espèces sont identiques. On pourra donc faire rentrer dans *C. limosa* l'exemplaire de *C. panicea* dépourvu de faisceaux IV. Ces stomates du type I distinguent des autres *Pallescentes* la première espèce de la tribu. Par l'ensemble de son anatomie caulinaire, elle est du reste plus apparentée aux *Limosæ* qu'aux autres espèces de sa propre tribu.

C. SPARSIFLORA. — *C. sparsiflora* se distingue du précédent par l'absence générale de faisceaux IV et par un épiderme complètement lisse. Il ne s'en rapproche que par la répartition des divers parenchymes. *C. sparsiflora* est plus voisin de *C. pallescens* que des autres membres de la tribu. Il en diffère par l'absence de faisceaux IV et par la répartition du mésophylle. D'ailleurs l'exemplaire n° 290 offre tous les caractères de *C. pallescens* et devra y être rangé de par son anatomie caulinaire. Cette même anatomie ne rapproche pas l'espèce des *Limosæ* comme l'anatomie foliaire.

C. PILOSA. — Cette espèce occupe anatomiquement une place intermédiaire entre les précédentes. Par ses faisceaux IV, par la forme de la section, elle rappelle *C. panicea*. Son épiderme, son mésophylle la

rapprochent de *C. sparsiflora*. L'absence de canal médullaire l'apparente à *C. nitida*. Un caractère propre à *C. pilosa*, c'est le fait que les lacunes aérifères sont situées sous les petits faisceaux. Notons en passant que la même chose a été observée chez un des exemplaires de *C. panicea*, tandis que chez *C. sparsiflora* les lacunes tendent à passer au-dessus des faisceaux. La tige de *C. pilosa* est habituellement glabre, toutefois l'exemplaire n° 240 était hérissé de poils d'environ 1^{mm} de long.

C. ALBA. — La forme toujours arrondie de cette espèce la distingue assez facilement des autres, ainsi que sa minceur. La section de la tige est du reste très variable, souvent difficile à classer. A part cela, du reste, *C. alba* possède les caractères des *Pallescentes*, surtout ceux de *C. sparsiflora*. L'anatomie caulinair ne permet pas, comme l'anatomie foliaire, de rapprocher cette espèce des *Monostachyæ*.

C. NITIDA. — Ce *Carex* se rattache à *C. sparsiflora* par la forme de la section, par la structure de l'épiderme et par le fait que les lacunes aérifères sont situées au-dessus des faisceaux ou tendent à y passer. Par contre, l'absence de canal médullaire l'apparente à *C. pilosa*. L'exemplaire n° 201 possède les faisceaux particuliers aux *Glaucæ* et à *C. tomentosa*. Il s'en distingue du reste par des stomates non protégés et par l'absence de canal médullaire. C'est donc l'intermédiaire entre les *Pallescentes* et les *Glaucæ*.

C. PALLESCENS. — Les faisceaux IV réapparaissent avec cette espèce. Voyons-y une parenté avec *C. flacca*. *C. pallescens* ne présente du reste rien de bien spécial. Il se rapproche particulièrement de *C. panicea* dont il se distingue par la structure des stomates.

Par leur anatomie caulinaire, les *Pallescentes* ont montré plus d'unité que par leur anatomie foliaire.

On peut les classer comme suit :

	Des	(Stomates du type I	<i>C. panicea</i>
Un canal	faisceaux IV	" " VII	<i>C. pallescens</i>
médullaire	Pas de	Mésoph. 2 H — $\frac{1}{2}$ B (0 B)	<i>C. sparsiflora</i>
	faisceaux IV	" 3 H — 2 B (2 H — 1 B)	<i>C. alba</i>
Pas de canal	Des faisceaux IV		<i>C. pilosa</i>
médullaire	Pas de faisceaux IV		<i>C. nitida</i>

22. Glaucæ, Aschers.

C. FLACCA. — En étudiant l'anatomie foliaire de cette espèce, nous avons déjà fait ressortir une particularité des grosses cellules incolores qui entourent les faisceaux. La même chose se retrouve dans la tige. Les stomates du type I se sont retrouvés de même. *C. flacca* rappelle beaucoup la tribu précédente, surtout *C. panicea* ; il est aussi très lié aux *Approximatæ* qui suivent. Un des traits anatomiques de l'espèce est très variable, c'est la présence ou l'absence d'un canal médullaire, puisqu'on trouve indifféremment les types I, II ou III.

Un exemplaire, le n° 117, s'est montré très aberrant. Par son épiderme et ses stomates, par la forme de la tige, c'est un *C. stricta*, par le mésophylle c'est bien *C. flacca*. Nous pensons avoir affaire à un hybride des deux espèces.

C. CLAVÆFORMIS. — D'une manière générale, cette espèce ressemble énormément à la précédente. Elle s'identifie avec elle par la forme de la section, par la disposition des faisceaux et par la présence des grosses cellules incolores qui les entourent, par la

répartition des lacunes aérifères. Par contre les stomates de *C. clavæformis* sont du type III et le mésophylle est $3H + 1\frac{1}{2}B$, tandis que chez *C. flacca* les stomates sont du type I et le mésophylle $4H + 1\frac{1}{2}B$. Dans ces conditions, il faut séparer nettement les deux espèces.

C. clavæformis se rapproche encore davantage des *Approximatæ* telles que *C. tomentosa*. Il est donc bien à sa place.

En considérant des tribus très éloignées telles que les *Paniculatæ* et les *Vesicariæ* et en les comparant aux *Glaucæ*, on se convaincra que par presque tous leurs caractères, ces dernières marquent l'étape entre les deux précédentes tribus.

23. *Approximatæ*, Reichbg.

C. TOMENTOSA. — En continuant la série des *Glaucæ* on arrive normalement à *C. tomentosa*. Cette espèce partage l'ensemble des caractères de *C. clavæformis*. Elle s'en distingue par l'absence de faisceaux du type IV et de stomates du type III. Ainsi elle se rattache aussi à certaines *Pallescentes* et sert de lien entre ces dernières tribus. Parmi les *Approximatæ*, c'est de *C. pilulifera* que se rapproche le plus l'espèce étudiée.

C. PILULIFERA. — Toute parenté avec les *Glaucæ* semble avoir disparu. Nous sommes en plein dans une nouvelle tribu. L'épiderme est devenu complètement lisse et les stomates sont toujours du type VII, alors que chez *C. tomentosa* ils sont dans la règle encore protégés par des papilles. Les faisceaux ne présentent plus le type particulier aux *Glaucæ* et à l'espèce précédente.

C. MONTANA. — Si *C. pilulifera* présente encore certains caractères hygrophiles, *C. montana* devient franchement xérophile par sa structure, et surtout se montre mieux adapté à une floraison précoce. Le canal médullaire a disparu, le mésophylle de disposition variable est tantôt $3H + 2B$, tantôt $2H + 2B$, tantôt $2H + 3B$. C'est surtout cette dernière particularité qu'il faut relever. Elle ne se rencontre guère que chez quelques *Approximatæ* et chez *C. præcox* où le mésophylle est le plus fortement distribué au-dessus des lacunes aérifères. Nous voyons là une parenté plutôt qu'une convergence anatomique, car la plupart des espèces habitant des localités semblables ont le mésophylle distribué différemment. Pour les autres caractères, *C. montana* est du reste étroitement apparenté à *C. pilulifera*.

C. ERICETORUM. — Cette espèce nous semble mal placée au milieu de la tribu. Elle devrait suivre immédiatement *C. pilulifera* de par son anatomie caulinare. Le canal médullaire est généralement parcouru par des trabécules, le mésophylle est toujours $H > B$. Il apparaît parfois des faisceaux du type IV comme cela arrive aussi chez *C. montana* et chez *C. verna*. Par la forme de la section, habituellement du type II-III, *C. ericetorum* rappelle *C. chordorrhiza* et *C. leporina*, et sert ainsi de lien entre *Approximatæ*, *Chordorrhizæ* et *Leporinæ* (sauf *C. præcox*).

C. VERNA. — Ce que nous avons dit du mésophylle de *C. montana* s'applique encore mieux à *C. verna* chez lequel nous avons toujours $2H + 3B$ ou $2H + 4B$, absolument comme chez *C. præcox*. Du reste tous les caractères anatomiques de la tige rapprochent ces deux espèces. Toutefois chez *C. verna*

on observe d'habitude des faisceaux mi-III, mi-IV qu'on ne voit pas chez *C. præcox*. De plus celui-ci a une section plus irrégulière que l'autre. Le seul caractère certain qui sépare l'espèce en question de *C. montana* est une question de taille. D'après nos mesures, les diamètres de ce dernier ne dépassent pas 0mm,6 et 0mm,7, tandis que chez *C. verna* les minimum observés sont 0mm,7 et 0mm,9, soit un rapport de surface de 42 à 63. C'était du reste déjà le seul genre de différence que nous ayons relevé entre les deux espèces dans notre étude foliaire.

C. POLYRRHIZA. — L'anatomie caulinare de cette espèce est assez variable, ce qui confirme ce que nous avons déjà vu pour la feuille. Le mésophylle passe de $3H + 1B$ à $3H + 3B$, rappelant à la fois *C. montana* et *C. pilulifera*. La forme de la section II, III ou IV indique une parenté avec *C. ericetorum*. Par l'ensemble de ses caractères, *C. polyrrhiza* semble annoncer les *Frigidæ*. Il est difficile de classer cette espèce autrement que par des caractères négatifs, car il n'y a que l'épiderme et les stomates qui n'y varient point.

La tribu des *Approximatæ* se compose donc essentiellement de types intermédiaires, sans caractère commun à tous. Avec les *Glaucæ*, on pourra les distinguer comme suit :

Faisceaux ordinaires	Faisceaux typiques des <i>Glaucæ</i>	{	Stomates du type I. .	<i>C. flacca</i>
			" " III .	<i>C. clavaformis</i>
			" d'autres types	<i>C. tomentosa</i>
	Parenchyme incolore des types II ou III	{	Section des types VII-VIII-IX	<i>C. pilulifera</i>
			Section du type II-III, rarement VII, alors des faisceaux IV	<i>C. ericetorum</i>
		{	Sections II-III-IV .	<i>C. polyrrhiza</i>
			Diamètres maxima 0mm, 6-0mm, 7	<i>C. montana</i>
	Parenchyme incolore du type I, rarement du type II, alors mésophylle 2 H + 4 B	{	Diamètres minima 0mm, 7-0mm, 9	<i>C. verna</i>

24. *Digitatæ*, Fr.

C. HUMILIS. — Ce type est difficile à relier aux autres, tant il en diffère. Pas de parenchyme vert, pas de stomates, pas de canal médullaire, une section du type IV, en voilà assez pour le reconnaître sans difficulté. Du reste tous les autres caractères en sont très constants. Une espèce aussi intéressante mérite quelques explications supplémentaires. On sait qu'elle fleurit très tôt, mais que les tiges florifères sont assez éphémères. On comprendra donc facilement que ces dernières, tout entières au soin de produire des fruits, laisseront complètement le travail de la photosynthèse aux feuilles si bien aménagées dans ce but. La tige ne saurait donc être d'aucun secours pour trouver la parenté de *C. humilis*, la feuille seule nous renseigne sur ce point.

C. GYNOBASIS. — *C. gynobasis* se rapproche quelque peu de l'espèce précédente par la forme de la coupe du type V. Cette forme est due à l'épillet femelle,

basilaire qui, accolé à la tige, y provoque une concavité très marquée. Comme le pédoncule de cet épi part dès le collet, il n'est guère possible d'avoir des coupes d'une autre forme. C'est du reste un excellent caractère analytique qui permet de reconnaître très facilement l'espèce. La moëlle reste presque toujours compacte comme chez *C. humilis*. Par contre *C. gynobasis* possède des lacunes aérifères comme les espèces suivantes; il en est de même pour les stomates.

C. ORNITHOPODA. — Cette espèce est assez peu fixe. Il n'y a guère que le genre de faisceaux qui ne varie pas, ils sont toujours des types I et III. Un exemplaire avec mésophylle $2H + 2B$ rappelle encore *C. polyrrhiza*; l'ensemble des caractères par contre place bien *C. ornithopoda* entre *C. gynobasis* et *C. digitata*. Il se distingue du premier par la forme de la section et par la présence d'un canal médullaire; du second par ces mêmes caractères et aussi par un mésophylle plus développé. *C. ornithopoda* est donc le lien entre les *Approximatæ* et les *Digitatæ*.

C. DIGITATA. — Tandis que par l'anatomie foliaire, cette espèce se confond avec la précédente, il n'en est plus de même par l'anatomie caulinare. En effet, *C. digitata* se rapproche davantage des *Frigidæ*. La section de la tige a une forme bien caractéristique. C'est une ellipse irrégulière, appointée aux deux extrémités; dans l'espèce précédente l'ellipse reste normale.

C. digitata présente dans la règle des faisceaux mi-III, mi-IV, comme plusieurs *Frigidæ*. Le mésophylle n'a jamais présenté sur les exemplaires examinés que 2 ou 3 rangs de cellules, alors que chez

C. ornithopoda il y en avait 4 ou 5. De plus la section de cette dernière espèce semble toujours de plus petite dimension que celle de *C. digitata*, dans le rapport de 28-45 à 54-91, d'après la surface de la section.

On pourrait considérer ces deux espèces comme deux formes d'un même type, l'une plus grande croissant à l'ombre des forêts, l'autre plus petite habitant les lieux découverts.

D'après l'anatomie caulinaire, la tribu des *Digitatæ* est loin de présenter la belle unité que nous avons relevée en étudiant la feuille; il n'y a pas un caractère général à toute la tribu. Il sera par conséquent très facile de les distinguer comme suit :

Pas de chlorophylle, pas de stomates		<i>C. humilis</i>
{ Section du type V.		<i>C. gynobasis</i>
De la chlorophylle et des stomates	{ Autres types	{ 4 à 5 rangs } <i>C. ornithopoda</i>
		{ de cellules vertes }
	{ de section	{ 2 à 3 rangs } <i>C. digitata</i>
		{ de cellules vertes }

H. ODONTOSTOMÆ, FR.

25. Frigidæ, Fr.

C. FIRMA. — Cette espèce frappe par un mésophylle $1H + 0B$ ou $2H + 0B$, c'est-à-dire qu'il n'a jamais de parenchyme vert sous les lacunes aérifères.

Ces lacunes sont grandes et parcourues par un réseau lâche de trabécules. *C. firma* se rapproche beaucoup de *C. polyrhiza*. Un des exemplaires a présenté des faisceaux du type IV. Ainsi la variabilité dans la position des faisceaux, déjà observée dans les

tribus précédentes, se constate aussi dans celle-ci. Lorsqu'il existe des faisceaux secondaires des types III ou IV, ils se trouvent sous les lacunes aérifères, sinon celles-ci se trouvent naturellement sous les faisceaux. Suivant le cas, les coupes ont une apparence assez différente, mais les autres caractères sont absolument fixes. Par son mésophylle, *C. firma* annonce les *Fulvellæ*, reliant ainsi cette tribu à celle des *Approximatæ*.

C. FERRUGINEA. — Les *Digitatæ* ont leur suite naturelle dans cette espèce. Elle se distingue de *C. digitata* par un mésophylle plus développé et par la présence d'un canal médullaire. Par contre, l'anatomie caulinaire ne saurait toujours suffire à la distinguer de *C. ornithopoda*. D'habitude, chez ce dernier, le parenchyme vert est $xH + 2B$ et chez *C. ferruginea* $xH + 1B$; ce dernier a souvent des faisceaux IV qui manquent à l'autre, mais ce n'est pas absolu. D'un autre côté, *C. ferruginea* s'identifie presque complètement avec *C. sempervirens*. Il est donc le lien entre *Digitatæ* et *Frigidæ*.

C. TENAX. — *C. tenax* dérive de l'espèce précédente. Il en diffère par un parenchyme vert à cinq rangs de cellules, $3H + 2B$, et par la présence constante de faisceaux du type IV. Ce dernier caractère le rapproche de *C. frigida* et des *Fulvellæ*.

C. TENUIS. — De tous les *Carex* suisses, c'est effectivement celui-ci le plus ténu. Toutefois, comme la tige est très longue par rapport à son diamètre, le système de soutien est très développé, formant des assises scléreuses très larges, remplissant parfois plus des $\frac{3}{5}$ de la tige. Avec cela l'aspect de la coupe est bien

variable. Il est en conséquence impossible de donner par la seule anatomie caulinaire, une diagnose certaine de l'espèce.

C. SEMPERVIRENS. — Par l'anatomie caulinaire, *C. sempervirens* se confond avec *C. ferruginea*. Un des exemplaires a tous les caractères de *C. ornithopoda*, sauf l'épiderme toujours lisse qui, chez l'espèce ci-dessus, est des types III ou IV. C'est ce caractère qui fera le plus sûrement distinguer *C. ferruginea-sempervirens* de *C. ornithopoda*.

C. FRIGIDA. — Malgré la variabilité de la forme de la coupe, *C. frigida* se distingue de toutes les autres *Frigidæ* par la présence de trabécules dans le canal médullaire. Du reste, cette espèce se rapproche beaucoup des *Fulvellæ*, par les faisceaux IV et la disposition du mésophylle surtout. Elle se place entre *C. firma* et la tribu sus-mentionnée.

C. FIMBRIATA. — Espèce très variable par la disposition des faisceaux et la répartition des cellules chlorophylliennes. Par contre, la forme de la section XII ou XIII et un épiderme papilleux la distinguent de toutes les autres *Frigidæ*. Avec ces caractères, *C. fimbriata* forme le trait d'union direct entre *Digitalatæ* et *Fulvellæ*.

La tribu que nous venons d'étudier ne présente aucun caractère commun dans l'anatomie caulinaire des diverses espèces. Cela tient au fait qu'elles nous font passer insensiblement d'une tribu à l'autre, suivant en cela les caractères morphologiques. C'est donc un bel exemple de concordance.

Nous classerons les *Frigidæ* de la manière suivante :

Canal médullaire sans trabécules	Section des sclérenchymes, types II ou VII, développés moyennement	Mésoph. $xH + 1B$	<i>C. ferruginea</i> <i>C. sempervirens</i>
		3H + 2B	<i>C. tenax</i>
	Sections des types IV ou VII, sclérenchyme très développé		<i>C. tenuis</i>
	Sections des types XII ou XIII, épiderme papilleux, type IV		<i>C. ambricata</i>
Canal médullaire trabéculeux	Section du type III, épiderme lisse	Mésophylle $xH + 0B$	<i>C. firma</i>
		4H + 1B	<i>C. frigida</i>

26. *Fulvellæ*, Fr.

C. FLAVA. — Comme nous l'avons dit plus haut, les *Fulvellæ* ont plus d'un trait de commun avec les *Frigidæ*, *C. frigida* particulièrement. *C. flava* toutefois, se distingue facilement de ce dernier par son canal médullaire et par son mésophylle à trois ou quatre rangs de cellules seulement. Par contre, il ressemble beaucoup à toutes les autres *Fulvellæ*, dont l'anatomie caulinaire est sensiblement la même.

C. LEPIDOCARPA. — D'après nos observations sur des coupes de tiges, cette espèce présente tous les caractères de la précédente. Il faut donc les identifier.

C. ÆDERI. — Les auteurs qui séparent ce *Carex* de *C. flava* nous semblent encore dans le vrai, car *C. Æderi* ne possède pas de canal médullaire. Pour le reste, les caractères sont les mêmes. Ajoutons toutefois que le parenchyme vert est tantôt nul, tantôt formé de trois ou six rangs de cellules. Ce serait donc l'espèce intermédiaire entre *C. flava* avec peu de mésophylle et *C. distans* qui en est d'habitude plus riche.

C. HORNSCHUCHIANA. — Cette espèce se rapproche plus de *C. flava* que de *C. Oederi*. Pour la distinguer de *C. flava* il faut considérer le type de la section VII ou IX, au lieu de III et les dimensions plus réduites de cette section. Cette forme plus anguleuse de la tige annonce aussi *C. distans* et *C. punctata*. *C. Hornschuchiana* paraît mieux déterminé par son anatomie caulinare que par son anatomie foliaire.

C. DISTANS. — *C. distans* se distingue des autres *Fulvellæ* par les trabécules qui remplissent le canal médullaire et par la réduction des lacunes aérifères. C'est l'indice d'un caractère moins hygrophile. De cette manière *C. distans* est apparenté aux *Strigosæ*, particulièrement à *C. silvatica*. Nous aurions donc le passage de la tribu présente à la suivante. Notons en passant que tous les exemplaires de *C. distans* examinés avaient leur tige infestée par une Ustilaginée.

C. PUNCTATA. — Chez cette espèce le mésophylle est encore plus dense et compte régulièrement de 6 à 7 rangs de cellules. Du reste, les caractères principaux, tels que la disposition des faisceaux, sont quelque peu variables, de sorte qu'il sera plus facile de la distinguer par l'anatomie foliaire.

La tribu des *Fulvellæ* offre maints traits communs entre ses membres. La présence de faisceaux IV y est une règle générale ainsi qu'un épiderme lisse avec des stomates VII. La forme de la section passe de III chez les espèces telles que *C. flava* à IX et XII chez celles qui se rapprochent des *Strigosæ*, montrant tous les anneaux de la chaîne.

On peut les déterminer comme suit :

1. Moins de six rangs de cellules vertes . . . *C. flava*
2.

Section du type III Section des types VII-IX-XII	{	Un canal médullaire . . .	<i>C. lepidocarpa</i>
		Pas de canal médullaire . . .	<i>C. Ederi</i>
	{	Un canal médullaire . . .	<i>C. Hornschuchiana</i>
		Pas de canal médullaire . . .	<i>C. distans</i>
3. Six rangs ou plus de cellules mésophylliennes *C. punctata*

27. Strigosæ.

C. CAPILLARIS. — *C. capillaris* se rattache étroitement aux *Fulvellæ* dont le canal médullaire est nul ou contient des trabécules. Il s'en distingue par l'absence de faisceaux du type IV. Les faisceaux I sont arrondis; leur sclérenchyme est large surtout sous l'épiderme. La tige de *C. capillaris* est mince, les lacunes aérifères peu développées, le sclérenchyme par contre beaucoup. Ce sont tout autant de points de contact avec *C. tenuis* des *Frigidæ*. *C. capillaris* se distingue des autres *Strigosæ* par l'absence de faisceaux IV. C'est de *C. silvatica* qu'il se rapproche le plus.

C. SILVATICA. — Comme ensemble, *C. silvatica* ressemble beaucoup à *C. Ederi*. On l'en distingue par ses dimensions plus considérables et par un plus grand nombre de faisceaux. *C. silvatica* accuse une structure ombrophile très marquée. Le mésophylle se trouve presque entièrement au-dessus des lacunes aérifères et la chlorophylle n'y semble pas très développée. Sauf les caractères cités plus haut, *C. silvatica* a de grandes affinités avec *C. capillaris*.

C. STRIGOSA. — La structure hygrophile de cette espèce est encore plus accusée que celle de la précédente. Il existe toujours un canal médullaire. La

chlorophylle peut complètement manquer ou être très bien développée. Les lacunes aérifères sont développées sous les faisceaux. *C. strigosa* a de grandes ressemblances avec *C. flava*.

C. PENDULA. — Par des stomates III, *C. pendula* se sépare des autres *Strigosæ* pour se rapprocher des *Vesicariæ*. Ses stomates dénotent une structure plus xérophile ou plutôt un substrat d'humidité variable. Le sclérenchyme est très développé comme appareil de soutien, à cause de la grande taille de l'espèce. Le nombre des faisceaux est considérable, même en chiffre absolu. Ainsi un exemplaire de *C. silvatica* très grand en possède 49, tandis qu'un *C. pendula* moins volumineux en a 61.

Le sclérenchyme peut être si développé (n° 234) qu'il remplit près de la moitié de la tige. Il faut dire du reste que les parois en sont moins épaisses que chez d'autres espèces, ce qui conserve une certaine souplesse à la tige.

La tribu des *Strigosæ* ne possède aucun caractère général commun à toutes les espèces. Nous ne pourrions que répéter ici ce que nous avons dit en étudiant l'anatomie foliaire.

Les quatre espèces sont faciles à déterminer comme suit :

Stomates VII	{	Pas de faisceaux du type IV	<i>C. strigosa</i>
		Des faisceaux IV { Pas de canal médullaire	<i>C. capillaris</i>
		Un canal médullaire	<i>C. silvatica</i>
Stomates III			<i>C. pendula</i>

28. *Lasiocarpæ*, Fr.

C. hirta. — Comme espèce ubiquiste, *C. hirta* doit présenter certaines variations. Elles se font sentir dans la structure de l'épiderme et dans l'absence ou la présence de parenchyme vert et de stomates. Les données insuffisantes de l'herbier ne permettent pas de comparer les localités d'après leur degré d'humidité, mais seulement d'après leur altitude. Les deux exemplaires nos 143 et 145 provenant de localités d'une altitude supérieure à 300 m., n'ont ni parenchyme vert, ni stomates. Sous l'épiderme se trouve un hypoderme formé d'une seule couche de cellules à parois épaisses. De tous les *Carex* que nous avons étudiés, ces deux seuls exemplaires ont montré un hypoderme. Les nos 144 et 146 n'ont pas d'hypoderme, mais possèdent du mésophylle et des stomates. Tous ont comme caractère commun un canal médullaire très large et des faisceaux du type IV formant au moins un tiers du total. Ainsi *C. hirta* forme le passage de *C. strigosa* aux *Vesicariæ*. Des poils ne se sont rencontrés que sur le no 144.

C. filiformis. — *C. filiformis* a beaucoup de ressemblance avec le précédent. Il en diffère par une épaisseur moindre, par une tige plus arrondie et par la présence de trabécules dans le canal médullaire. Il rappelle *C. silvatica* qu'il relie à la tribu suivante.

Les *Lasiocarpæ* sont définies surtout par leurs faisceaux du type IV.

29. *Vesicariæ*, Fr.

C. ROSTRATA. — Par son mésophylle, *C. rostrata* se rattache à *C. filiformis*, ainsi que par la disposition des faisceaux. Par contre, les stomates du type III nous ramènent à *C. pendula*. La forme de la tige III, VII ou IX distingue *C. rostrata* des autres membres de la tribu.

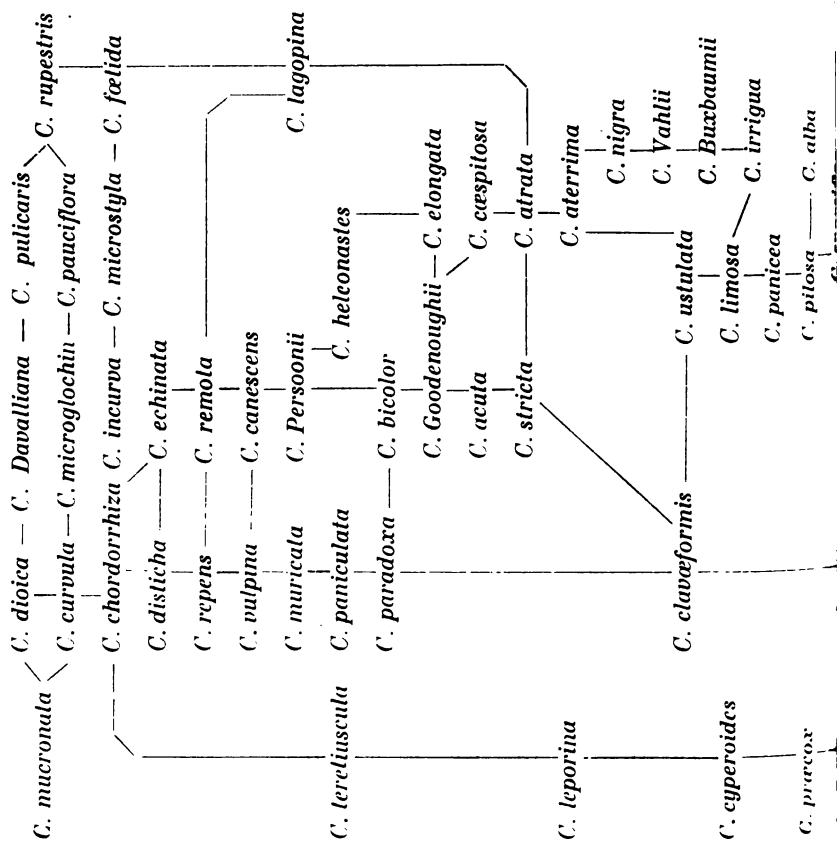
C. VESICARIA. — Cette espèce est plutôt apparentée aux *Lasiocarpæ* à cause des stomates VII, et parmi celles-ci, surtout à *C. hirta*, par la présence d'un canal médullaire. C'est ce dernier caractère qui est le trait distinctif de *C. vesicaria*.

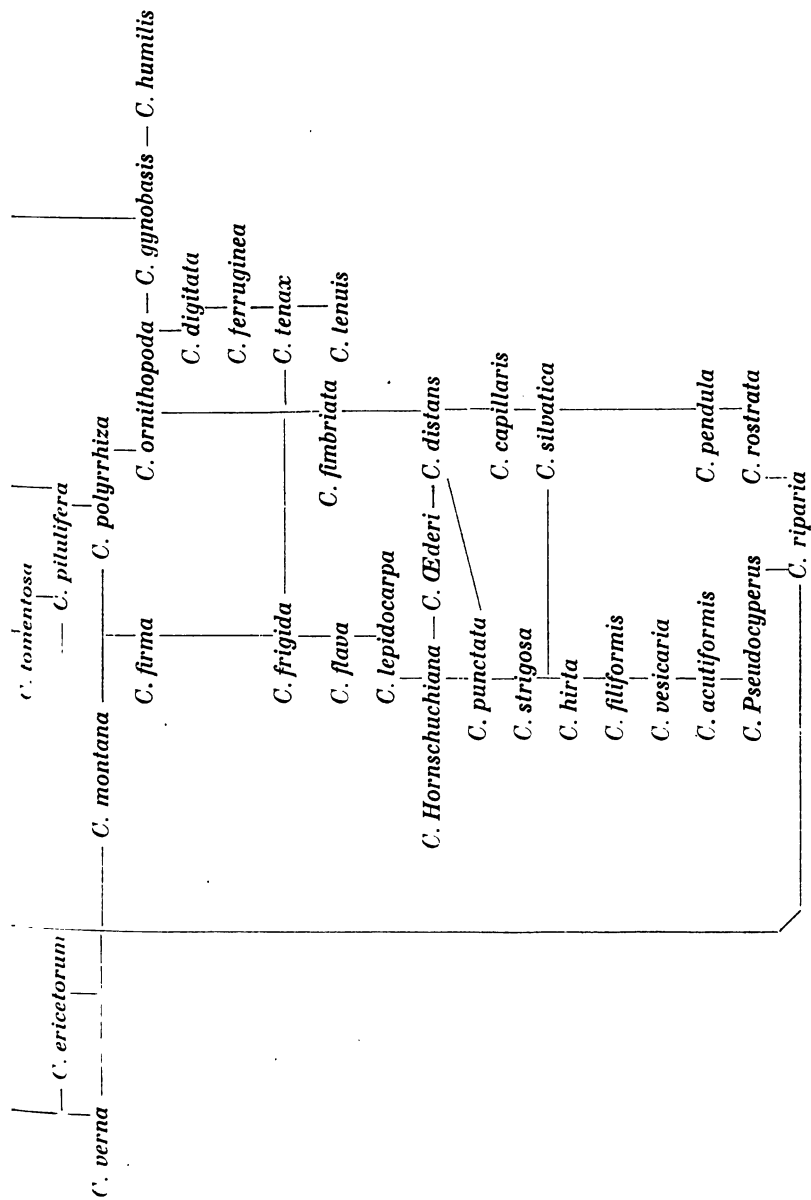
C. ACUTIFORMIS. — En parlant de leur anatomie foliaire, nous avons déjà relevé la grande similitude existant entre *C. acuta*, *C. acutiformis* et *C. stricta*. L'anatomie caulinare confirme absolument ce point de vue. Pour distinguer les trois formes, nous ne pourrions nous baser que sur le nombre de rangs des cellules mésophylliennes et peut-être sur les dimensions d'une section de la tige. Ce serait :

4 ou 5 rangs de	Dimensions maxima	1mm,6	×	1mm,9	<i>C. acuta</i>
cellules vertes	"	minima 2mm	×	2mm,1	<i>C. acutiformis</i>
3 r. de cellules vertes	"	maxima 1mm,7	×	2mm,2	<i>C. stricta</i>

Anatomiquement, nous persistons donc à ne voir ici que trois variétés d'une même espèce.

C. RIPARIA. — Cette grande espèce, par sa taille et par ses stomates III, rappelle particulièrement *C. pendula* et *C. flacca*. Les trois sont des espèces bien caractéristiques pour trois genres de localités différentes. Elles semblent dériver l'une de l'autre.





C. PSEUDOCYPERUS. — *C. Pseudocyperus* est l'intermédiaire entre *C. riparia* et *C. vesicaria*. Il est caractérisé par le peu de développement du parenchyme vert, deux à trois rangs de cellules.

La tribu des *Vesicariæ* est très homogène. Toutes les espèces ont des faisceaux IV et un mésophylle $xH + 0B$; rarement il se rencontre encore $\frac{1}{2}$ ou 1 B. On peut les classer comme suit :

Stomates III	{	Un canal médullaire	<i>C. rostrata</i>
		Pas de canal médullaire	<i>C. riparia</i>
Stomates V ou VII	{	Mésophylle 4 H.	<i>C. acutiformis</i>
		Mésoph. 2 ou 3 H {	
		Un canal médullaire	<i>C. vesicaria</i>
		Pas de canal médullaire	<i>C. Pseudocyperus</i>

Le groupe des *Heterostachyæ* a montré dans son anatomie caulinare une suite remarquable. Mais cette succession même des caractères souvent enchevêtrés en rend la classification difficile, sinon impossible. C'est pour cette raison que nous renonçons à dresser le tableau général de la classification de ce groupe, il serait trop arbitraire. Par contre, nous donnons à la suite le tableau de la succession des espèces et de leurs rapports d'après leur anatomie caulinare. On y remarquera quelques différences d'avec celui que nous avons établi d'après l'anatomie foliaire.

Nous clôturons ici notre tâche. Notre conclusion est la suivante : *Chez les Carex, la structure de la tige est plus variable que celle de la feuille. Elle ne saurait donc servir exclusivement de caractère spécifique. Des expériences de culture sont encore nécessaires pour déterminer quelle part revient à l'hérédité et quelle part aux agents extérieurs.*

PLANCHE I

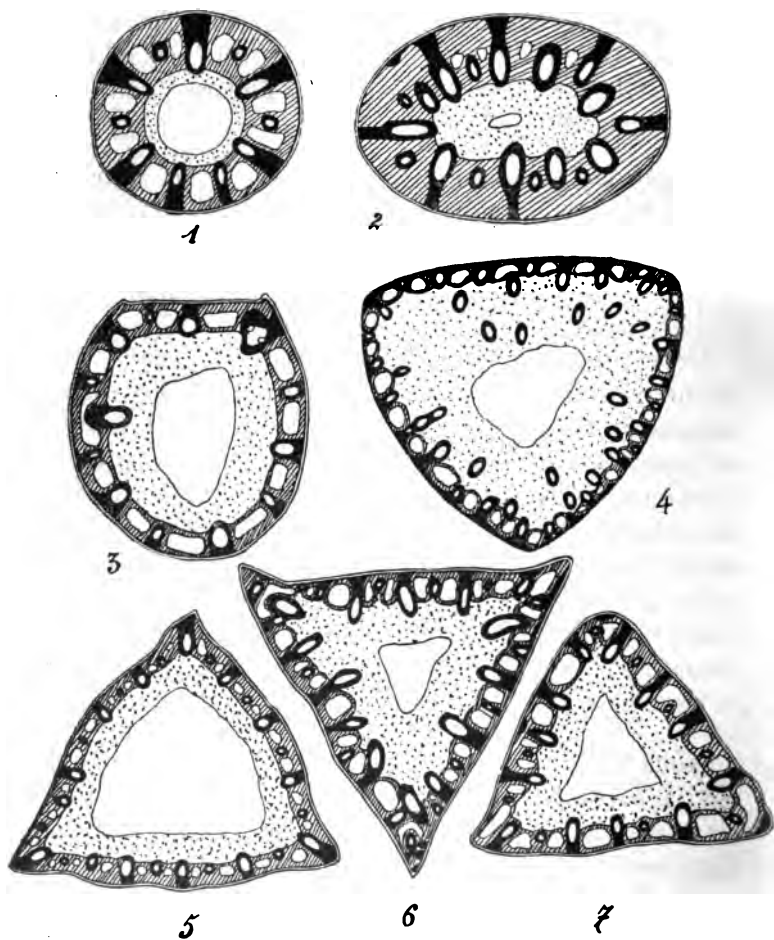


PLANCHE II

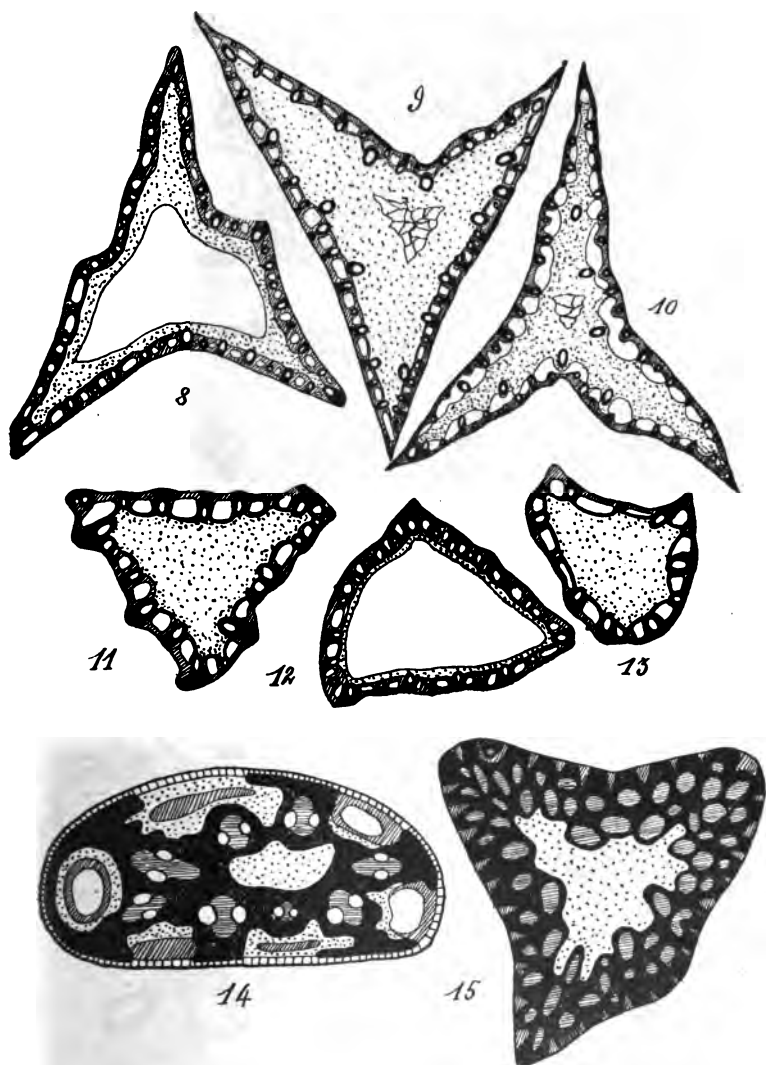
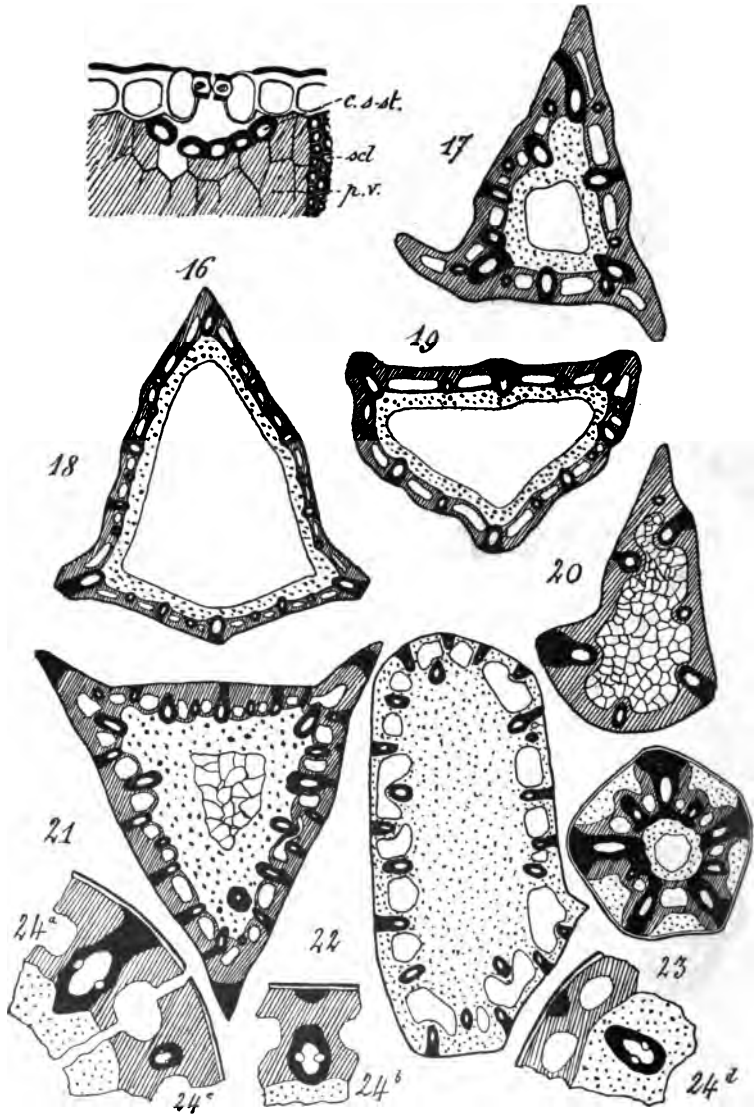


PLANCHE III



EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

1. Coupe transversale de la tige de	<i>C. curvula</i> . .	60.	40×1
2. » » »	<i>C. ericetorum</i> .	99.	60×1
3. » » »	<i>C. alba</i> . . .	9.	40×1
4. » » »	<i>C. silvatica</i> . .	283.	24×1
5. » » »	<i>C. muricata</i> . .	56.	24×1
6. » » »	<i>C. atrata</i> . .	17.	24×1
7. » » »	<i>C. VahlII</i> . . .	321.	27×1

PLANCHE II

8. Coupe transversale de la tige de	<i>C. vulpina</i> . .	335.	18×1
9. » » »	<i>C. acutiformis</i> .	7.	20×1
10. » » »	<i>C. riparia</i> . .	268.	10×1
11. » » »	<i>C. caespitosa</i> . .	38.	34×1
12. » » »	<i>C. microstyla</i> .	185.	34×1
13. » » »	<i>C. gynobasis</i> .	137.	34×1
14. » » »	<i>C. tenuis</i> . .	305.	170×1
15. » » »	<i>C. pendula</i> . .	234.	30×1

PLANCHE III

16. Stomate de	<i>C. mucronata</i> n° 195.	1000×1
17. Coupe transversale de la tige de	<i>C. irrigua</i> . . .	159. 55×1
18. » » »	<i>C. elongata</i> . .	92. 34×1
19. » » »	<i>C. brizoides</i> . .	25. 43×1
20. » » »	<i>C. pauciflora</i> . .	229. 60×1
21. » » »	<i>C. nigra</i> . . .	197. 34×1
22. » » »	<i>C. Goodenoughii</i> .	134. 37×1
23. » » »	<i>C. microglochin</i> .	184. 38×1
24a Schéma d'un faisceau du type	I	
24b » » »	II	
24c » » »	III	
24d » » »	IV	

A la fig. 16 : c. s.-st. == cellule sous-stomatique.

» scl. == sclérenchyme.

» p. v. == parenchyme vert.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Introduction	243
Liste des espèces étudiées	245
Chapitre Ier. — Forme de la tige	253
Chapitre II. — Epiderme et dépendances.	257
Chapitre III. — Mésophylle et Aérénchyme	258
Chapitre IV. — Faisceaux conducteurs et Sclérénchyme	260
Tabelles générales	262
Chapitre V. — Valeur applicative des caractères étudiés	280
§ 1. Anatomie et localités	280
a. Dimensions de la tige	280
b. Forme de la coupe transversale	283
c. Mésophylle	285
d. Parenchyme incolore.	287
e. Faisceaux libéroligneux	288
§ 2. Anatomie et espèces.	290
a. Dimensions de la tige	290
b. Forme de la coupe transversale	291
c. Mésophylle	292
d. Parenchyme incolore.	292
e. Faisceaux libéroligneux	293
Chapitre VI. — Partie spéciale	293
1. Monostachyæ	294
2. Homostachyæ	296
3. Heterostachyæ.	307
Explication des planches.	335

Séance du 10 juin 1904

AUGUSTE MAYOR

1815-1904

PAR L. FAVRE, PROFESSEUR

Le 22 avril 1904 s'est éteint, à Neuchâtel, le membre actif le plus âgé de notre Société, M. Auguste Mayor, que la vieillesse empêchait depuis longtemps d'assister à nos réunions.

Né en 1815, à Neuchâtel, où il fit ses premières études et son apprentissage de commerce dans la banque Antoine Fornachon, dont son père était l'associé, il eut de bonne heure un goût prononcé pour les sciences naturelles, enseignées avec éclat dans sa ville natale, depuis 1832, par son cousin germain, Louis Agassiz.

En 1836, il part pour l'Amérique et entreprend à New-York un commerce lucratif d'horlogerie qui le conduit à la fortune. Aussi, en 1847, lorsque le professeur Agassiz arriva en Amérique, chargé par le roi de Prusse, Frédéric-Guillaume IV, d'une mission scientifique, A. Mayor, par sa connaissance parfaite de l'anglais et ses relations dans le pays, lui fut-il d'une grande utilité. Ils restèrent unis par les liens d'une tendre affection lorsque Agassiz fut définitivement attaché à l'université Harvard, à Cambridge près Boston. Ces rapports continuels avec un savant, dont la réputation allait toujours en grandissant, et qui

était l'objet d'universelles sympathies, n'étaient pas de nature à diminuer l'attrait qu'avaient pour A. Mayor les sciences naturelles, et il applaudissait avec un intérêt passionné aux succès et aux découvertes de son cousin.

De retour en Europe, en 1856, un de ses premiers soins fut de se faire inscrire en 1857 dans notre Société, dont l'activité avait ses sincères sympathies et il nous faisait part des travaux les plus remarquables d'Agassiz, en particulier de ses voyages d'exploration et de ses dragages dans les deux Océans qui entourent l'Amérique.

Un fait montrera à quel point existait en lui le culte de son illustre parent, dont la mort, en 1873, fut pour lui un coup extrêmement sensible. Pour répondre au vœu de la famille du défunt d'ériger sur sa tombe un monument rappelant ses premiers travaux, il entreprit d'extraire, à force de bras et de peine, de la moraine médiane du glacier de l'Aar un fragment volumineux du bloc de schiste micacé, bien connu sous le nom devenu légendaire d'*Hôtel des Neuchâtelois*, qui abrita Agassiz et ses compagnons dans leurs premiers séjours, et le fit parvenir en Amérique. Entouré de sapins provenant de la forêt de Pierrabot, ce bloc des Alpes suisses protège le dernier sommeil de celui qui fut le principal fondateur de notre Société.

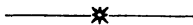
La veuve d'Agassiz, née Cary, sa seconde femme, une Américaine aussi distinguée par le cœur que par l'intelligence, écrivit la biographie de son mari et la publia en deux volumes. Mais tous ceux qui auraient désiré lire ce beau livre ne savaient pas l'anglais et il demeurait fermé aux nombreux amis, anciens élèves et admirateurs d'Agassiz. C'est alors que A. Mayor,

malgré ses 70 ans, résolut de le traduire en français, et rendit ainsi un important service à la science, car peu de lectures sont aussi attachantes, documentées et instructives. Cette traduction a paru à Neuchâtel en un fort volume édité par M. A.-G. Berthoud, libraire, et magnifiquement imprimé par H. Wolfrath & Cie.

Dès lors il ne cessa de s'intéresser aux travaux du fils de son cousin, M. Alexandre Agassiz, qui employait les loisirs que lui faisait l'exploitation de ses riches mines de cuivre natif, du Lac supérieur, à l'étude des coraux et madrépores répandus sur notre globe. Cette étude avait passionné son père, dont les idées sur la formation des îles à coraux étaient en désaccord avec celles des naturalistes Dana et Darwin et, en fils dévoué, il cherchait à les faire triompher. Dans ce but, il entreprit l'exploration minutieuse de tous les groupes d'îles à coraux et des atolls du Pacifique et de l'Océan Indien, avec sondages et dragages pour surprendre la vie animale dans les grandes profondeurs. Ces recherches poursuivies pendant plus de trente ans l'entraînèrent dans de longues croisières de plusieurs mois, au cours desquelles il adressait à M. Mayor des lettres contenant le résumé des observations faites, non seulement par lui, mais par les jeunes naturalistes dont il aimait à s'entourer, chacun étant chargé d'une spécialité en rapport avec ses goûts et ses aptitudes. Notre Société avait sa part de ces communications que M. Mayor s'empressait de traduire et nous étions ainsi tenus au courant de ce qui se faisait dans ce domaine de la science, où s'est distingué un autre naturaliste neuchâtelois, le comte François de Pourtalès.

Agé de 87 ans, A. Mayor traduisait encore avec enthousiasme un discours que venait de prononcer, à l'université Harvard, M. Alexandre Agassiz, continuateur de l'œuvre de son père comme directeur du Grand Musée de zoologie comparée qui porte son nom. Dans ce discours, l'orateur fait l'histoire de la fondation, par son père, de ce vaste établissement, et de ses développements successifs dus au zèle des naturalistes nationaux, aux largesses des autorités et aux dons de citoyens généreux, parmi lesquels il cite 86 000 instituteurs de dix-sept Etats de l'Union, qui ont transmis environ 50 000 fr., et, chose à noter, 1233 mineurs de plusieurs exploitations métallurgiques.

Je ne puis finir cette notice sans rappeler les aimables qualités de A. Mayor, son gracieux accueil, son infatigable complaisance, sa générosité discrète, son amour du bien et de tout progrès intellectuel.



Séance du 22 janvier 1904

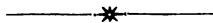
KARL ALFRED VON ZITTEL

PAR H. SCHARDT, PROF.

Notre membre honoraire, le professeur Dr K. v. Zittel, que nous venons de perdre, est né le 25 septembre 1839, à Batlingen près Freiburg en Brisgau, où son père, chef du mouvement religieux libéral dans le Grand-Duché de Bade, était pasteur dès 1834. K. von Zittel fit ses études scientifiques à Heidelberg, Paris et Vienne. Il fut tout d'abord collaborateur de la k. k. geol. Reichsanstalt d'Autriche (Dalmatie) et devint ensuite assistant au Musée minéralogique de Vienne. En 1863 il obtint la « Venia Legendi » à l'université de cette ville et la même année un appel comme professeur de minéralogie à Karlsruhe. Nommé en 1866 professeur ordinaire de paléontologie et directeur du Musée paléontologique de Munich, il occupa ces charges jusqu'à sa mort.

Au cours de cette carrière il prit part en 1873-74 à une expédition dans le désert de Lybie. L'œuvre littéraire de Zittel est immense et porte sur toutes les branches des sciences géologiques, de la paléontologie surtout. L'exploration dans le désert de Lybie lui donna l'occasion de faire des observations sur l'éclatement des roches sous l'influence des variations de température, la formation des dunes, la dénudation dans les déserts, etc. Il s'est occupé des lapiés, des cavernes, de l'époque glaciaire dans le plateau de

Bavière et de Souabe. La stratigraphie du Tertiaire et du Jurassique lui est redevable de nombreuses recherches. La carte géologique du Grand-Duché de Bade lui doit aussi des contributions. Jamais paléontologique ne fut mieux préparé géologiquement. Ses travaux principaux dans ce domaine ont trait non seulement à quelques spécialités (Radiolaires, Spongiaires, Vers, Céphalopodes, Gastéropodes, etc.), mais il s'est acquis un mérite ineffaçable par des œuvres d'un caractère plus général; tel son traité de paléontologie qui n'a pas été égalé jusqu'ici par aucune autre publication. Il a dirigé pendant 30 ans la publication de la *Paleontographica*; ses tableaux paléontologiques (*Paleontologische Wandtafeln*) en collaboration avec M. Hanshofer lui ont acquis une popularité très générale; son œuvre la plus importante est cependant son traité de paléontologie en collaboration avec Schimper et dont la publication dura 17 ans (1876-1893). Il fut traduit en français et suivi plus tard d'un abrégé (*Grundzüge der Paleontologie*) en un seul volume.



EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1903-1904

SÉANCE DU 13 NOVEMBRE 1903

Présidence de M. J. de PERREGAUX, puis de M. H. RIVIER

La séance est ouverte par la nomination du bureau, constitué comme suit:

Président: M. H. RIVIER.

Vice-président: M. EUG. LEGRANDROY.

Secrétaires: MM. H. SPINNER et H. BERTHOUD.

Caissier: M. E. BAULER.

Secrétaire-rédacteur: M. F. TRIPET.

Après ces nominations, le PRÉSIDENT sortant de charge relate les principaux événements passés durant ces deux dernières années. Il rappelle la mémoire des membres décédés: MM. HENRI-LOUIS OTZ, FÉLIX BOVET, FRANÇOIS DE PURY, GEORGES BERTHOUD, EUGÈNE DE BOSSET, ALFRED GODET, D^r ERNEST FAVARGER, HIPPO-LYTE HERMITE, ERNEST MURISIER et EUGÈNE BONNIOT. Actuellement, la Société compte 199 membres.

M. RIVIER prend place au fauteuil de la présidence. Il fait procéder à la nomination des deux commissions suivantes:

Commission des blocs erratiques. — Sont nommés: MM. H. SCHARDT, M. DE TRIBOLET et AUG. DUBOIS.

Après plusieurs observations de MM. J. DE PERREGAUX, G. DE COULON et TRIPET, il est décidé que cette commission devra jouer un rôle plus actif que ces derniers temps.

La Commission pour l'étude hydrologique du Jura et la *Commission limnimétrique* sont réunies en une seule qui portera le premier nom. Elle est formée de MM. H. SCHARDT, S. DE PERROT et J. DE PERREGAUX.

M. le prof. H. SCHARDT décrit en détail *la structure remarquable de la combe des Quignets* (Cugnets sur la carte fédérale) près de La Sagne, où il a eu la chance de découvrir un important affleurement de terrain liasique et la preuve que la présence de ce terrain est due à un pli-faille avec un rejet considérable. La combe des Quignets est un superbe exemple de *travestissement* géologique et topographique. Elle est en effet le prolongement direct de la combe argovienne des Convers et nul ne se douterait, en ne jugeant que d'après la topographie, qu'au terrain argovien qui existe encore bien visiblement au Mont Dart se substitue subitement le Lias supérieur.

Un examen détaillé du coteau boisé qui forme le noyau de la voûte éventrée de Tête de Ran, montre que dès le Mont Dart, où la voûte de la Grande Oolite est encore fermée, les couches du Bathonien s'entr'ouvrent successivement dans la direction du S.E. et laissent percer le Bajocien et plus bas, dans le fond de la combe des Quignets, le Lias supérieur, sur une longueur de 500 m. au moins; c'est une marne schisteuse micacée noire.

L'âge de ce terrain est attesté par une dizaine d'espèces fossiles. Il est probable même que le Lias inférieur a aussi été amené au jour, sans qu'aucun affleurement en ait pu être reconnu jusqu'ici. Dans les débris couvrant la surface, il y a des fragments d'un calcaire grenu foncé avec *Gryphées*, qui ne se distingue pas du calcaire sinémurien.

La localité des Quignets est encore remarquable parce qu'on peut y suivre la série complète des terrains, dès le Lias à la Dalle nacrée (Callovien), ce qui permet une délimitation très exacte des niveaux du Dogger. Il en ressort surtout deux faits importants : 1° La présence d'un calcaire marneux siliceux avec fucoides et zoophycos, entre le Lias et le Bajocien, atteste que cette assise, qui se retrouve dans l'anticlinal des Aiguilles-de-Baulmes-Suchet, appartient là aussi à ce même niveau et non au Bajocien supérieur, comme le pensait M. Rittener. 2° L'analogie d'une faune à *Brachiopodes* et *Parkinsonia*, avec *Ostrea acuminata*, au-dessous de la Grande Oolite supérieure, avec celle du calcaire roux du Furcil près Noiraigue, prouve que la Grande Oolite du Furcil correspond à l'Oolite subcompacte (Grande Oolite inférieure) et que la marne du Furcil représente un faciès marneux de tout le Bathonien, dès le Cornbrash à la Grande Oolite inférieure. L'assimilation de ce faciès au Callovien, par M. Rollier, est donc absolument illogique et contraire aux faits.

M. le prof. LOUIS ISELY lit un travail sur *les origines de la théorie des fractions continues*. (Voir p. 72.)

M. le prof. ALEX. PERROCHET présente deux exemplaires typiques de la *Pleurogyne carinthiaca*, qu'il a cueillis cette année entre Almagell et Saas-Grund, à 3 km. en aval de la station bien connue de cette rare gentianée. Dans cette nouvelle station, qui est sans doute une colonie de l'ancienne, les exemplaires étaient relativement nombreux et présentaient de remarquables différences de taille.

SÉANCE DU 27 NOVEMBRE 1903

Présidence de M. H. RIVIER

MM. C.-A. PHILIPPIN et F. CONNE sont réélus comme vérificateurs de comptes.

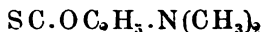
Après diverses observations de MM. BILLETER et WEBER, la *Commission de rédaction du Bulletin* est constituée comme suit: le *Président*, les *Secrétaires*, le *Secrétaire-rédacteur*, MM. de Tribolet et Billeter. La commission cherchera à activer la publication du Bulletin.

M. le prof. BILLETER parle *sur un phénomène d'autoxydation*.

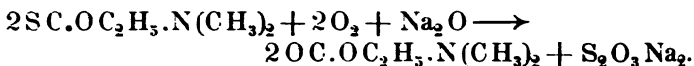
Parmi les produits de décomposition du diméthyl-diéthylphényldithiobiuret,



par l'acide chlorhydrique en solution dans le chloroforme, M. Alexandre Maret avait isolé un liquide émettant à l'air d'épaisses fumées en répandant une odeur rappelant celle du phosphore. En continuant l'examen de ce corps avec M. H. Berthoud, nous avons constaté qu'il se compose de diméthylxanthogénamide



formée par l'action de l'alcool contenu dans le chloroforme du commerce sur du chlorure diméthylthiocarbamique, produit primaire de l'action de l'acide chlorhydrique sur le dithiobiuret. Les fumées sont le résultat d'une autoxydation qui, très lente à l'air seul, s'opère rapidement en présence de la soude et s'accomplit essentiellement d'après l'équation (schématique):



On peut admettre deux phases :

1^o Addition d'une molécule d'oxygène avec formation d'un peroxyde $(\text{CH}_3)_2\text{N}.\text{C}_2\text{H}_5.\text{O}.\text{C}:\text{SO}_2$.

2. Dédoublément en uréthane et SO. Le monoxyde de soufre, instable, s'unit en partie à l'alcali sous forme de thiosulfate, le reste s'oxyde en fournissant du sulfite et du sulfate.

Les homologues aliphatiques de la diméthylxanthogénamide se comportent de même, tandis qu'un phénomène analogue d'autoxydation n'a été observé chez aucun des nombreux autres dérivés de l'acide thiocarbone soumis par nous aux mêmes conditions.

M. H. SPINNER présente un travail sur *des fruits anormaux de Cheiranthus*. (Voir p. 140.)

M. le prof. H. RIVIER lit une note sur la réversibilité de la transformation des *pseudodithiobiurets pentasubstitués en dithiobiurets normaux*. (Voir p. 60.)

SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE 1903

Présidence de M. H. RIVIER

M. le prof. ISELY présente une communication sur *Leibniz et Bourguet : Correspondance scientifique et philosophique*. (Voir p. 173.)

M. le prof. R. WEBER parle d'abord de *la baisse barométrique du 26 au 28 novembre dernier*.

Cette baisse a été surtout remarquable par sa rapidité, plus de 29^{mm} en quelques dizaines d'heures. Malgré cela le temps s'est bien maintenu, grâce au föhn qui nous amenait l'air plus chaud de la plaine lombarde.

Il s'en faut du reste que cette chute ait été la plus considérable de mémoire d'homme. En 1890, le baromètre est descendu encore 6^{mm} plus bas.

M. HAFNER rappelle que l'action du föhn varie selon les saisons. Le degré d'humidité absolue de l'atmosphère joue ici le rôle principal.

M. WEBER présente ensuite un *baromètre à mercure multiplicateur*. Le réservoir, enroulé en spirale, est en communication avec un tube capillaire. Les moindres oscillations du baromètre sont ainsi multipliées et indiquées avec une très grande précision.

M. le Dr ED. CORNAZ rapporte un phénomène électrolumineux qu'il a observé sur l'un de nos trams. Le trolley donnait une lumière verte continue, tandis que les étincelles produites sur les rails étaient rouges.

M. WEBER attribue les différences de couleur au fer des rails et au cuivre des fils; les étincelles elles-mêmes seraient dues à une avarie de la roue du trolley; c'est aussi l'avis de M. LEGRANDROY.

SÉANCE DU 8 JANVIER 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT annonce la mort du Prof.-Dr RITTER VON ZITTEL, le célèbre paléontologue de Munich, membre correspondant de notre Société depuis 1875, président de l'Académie des sciences de Munich.

M. LOUIS ISELY présente la suite de son dernier travail: soit la *Correspondance scientifique et philosophique de Leibniz et Bourguet*. (Voir p. 173.)

M. E. LEGRANDROY fait remarquer, à propos de ce travail, que le mot d'attraction n'a pas disparu des traités d'astronomie, les traités récents rappellent encore la loi de Newton. Il demande ensuite des explications à propos des courbes que Leibniz avait choisies pour la démonstration de la perfectibilité du monde.

M. L. ISELY répond que Leibniz a voulu toujours rester simple et clair. Quant à l'attraction, elle n'existe pas en tant que propriété inhérente à la matière.

M. E. LEGRANDROY déclare que l'astronome voit le fait et non pas sa philosophie.

M. L. ISELY dit que Leibniz n'est pas resté cartésien.

M. H. SCHARDT parle encore en faveur de l'attraction comme fait.

M. SPINNER entretient la Société des *symbioses végétales*. Il met l'assemblée au courant des découvertes faites ces dernières années dans ce domaine. Il traite en particulier des symbioses remarquables observées dans les embryons d'orchidées et étudiées avec soin par le botaniste français Noël Bernard.

MM. F. TRIPET et H. RIVIER ajoutent quelques explications touchant les Lichens et les symbioses bactériennes des racines de Légumineuses.

M. ED. CORNAZ présente un rameau supérieur d'*Abies alba* qui a absolument le faciès de *Pinus Picea*, alors que les rameaux inférieurs ont bien le type de l'espèce. M. TRIPET dit qu'il s'agit sans doute d'une des nombreuses formes observées par M. Schröter de Zurich.

M. H. SCHARDT parle *sur divers gisements anormaux du Crétacique dans le Jura*. (Voir p. 81.)

SÉANCE DU 22 JANVIER 1904

Présidence de M. LEGRANDROY, vice-président.

M. le PRÉSIDENT annonce la candidature de M. *Eugène Appert*, propriétaire d'hôtel à Neuchâtel, présenté par MM. R. WEBER et C.-A. PHILIPPIN.

MM. F. CONNE et le Dr SANDOZ avaient été chargés, avec MM. Béraneck, prof., et Dind, ingénieur du service des eaux de la ville de Neuchâtel, d'étudier la possibilité d'utiliser l'eau du lac pour renforcer l'alimentation en eau potable d'une commune située au bord du lac de Neuchâtel. M. Conne communique le résultat de cette étude sous le titre: *La valeur de l'eau du lac de Neuchâtel pour l'alimentation*. (Voir p. 215.)

M. Conne discute le résultat des analyses qui ont été faites des échantillons prélevés à 400 m. du rivage, à 25 et 30 m. au-dessous de la surface et toujours à 5 m. au-dessus du fond. Il en résulte que l'eau du lac est très douce; peut-être même paraîtrait-elle fade, à côté des eaux de source; sa composition chimique et bactériologique est absolument remarquable; **en particulier**, le nombre de bactéries qu'elle renferme, et qui varie de 5 à 22, **ne dépasse** pas celui qu'on trouve dans les **meilleures** sources des Gorges de l'Areuse; elle leur est égale, sinon supérieure en qualité.

M. le Dr G. SANDOZ a eu l'occasion de visiter de nombreux captages d'eaux de source et de constater que bien souvent ils ont été établis irrationnellement; on a cherché à collecter toute l'eau disponible, sans s'inquiéter de la qualité; on n'a pris aucune précaution pour éviter les apports d'eaux superficielles. En comparant les résultats des analyses de ces eaux avec ceux des eaux du lac, on voit que celles-ci sont incontestablement meilleures. Elles sont aussi supérieures aux eaux de citerne, où l'on trouve presque toujours un dépôt vaseux provenant de curages insuffisants, qui est la cause de fermentations rendant l'eau répugnante.

Revenant aux eaux du lac, M. le Dr Sandoz résume brièvement les renseignements qui lui ont été fournis par les localités qui les utilisent pour l'alimentation. Zurich et Saint-Gall sont les seules villes qui boivent de l'eau filtrée; elles s'en trouvent très bien. Genève

boit l'eau du lac Léman, Lausanne et Morges sont en partie alimentées par le lac de Bret! sans filtration préalable. Ces dernières eaux sont chaudes en été, glacées en hiver, et sont parfois troubles; cela provient des mauvaises conditions d'établissement des prises d'eau, qui ont dû être placées trop près de la surface et trop près du fond. Mais jamais ces eaux n'ont provoqué d'épidémies. Il a été prouvé que celles qui ont éclaté ont toujours été dues à des sources contaminées.

Dans le canton de Thurgovie, plusieurs localités boivent l'eau brute du lac depuis plusieurs années et en sont très satisfaites; cela provient de ce que l'eau a pu être prise dans de bonnes conditions (450-582 m. de distance du rivage, de 26 à 34 m. au-dessous de la surface, de 2 à 4 m. au-dessus du fond). Les renseignements fournis en particulier par M. le Dr Streckeisen, médecin de district à Romanshorn, sont des plus intéressants; ceux qui nous sont parvenus sur Kreuzlingen et Münsterlingen sont très satisfaisants. A noter le fait que, dans cette dernière localité, l'hôpital cantonal est alimenté également sans inconvénients par l'eau du lac.

La ville de Neuchâtel n'a actuellement plus de sources en réserve dans les Gorges de l'Areuse; si ses besoins en eau potable augmentent, comme cela est le cas depuis vingt ans, comment y parer? MM. Conne et Sandoz estiment que, tôt ou tard, il faudra s'adresser au lac. Ses autorités seraient bien inspirées en s'occupant dès maintenant de cette solution, dont la réalisation dépend des résultats d'un travail préliminaire long et minutieux: c'est la détermination de la zone d'influence des égoûts, que nous ne connaissons pas encore.

M. H. SCHARDT se déclare partisan convaincu des eaux de sources quand elles sont captées dans de bonnes conditions. Neuchâtel ne doit du reste pas craindre une disette d'eau. Il n'y a qu'à creuser sous les synclinaux des Oëillons et du Val-de-Travers dans la direction de

la Presta, on trouvera facilement 10 000 lm. et par la même occasion on débarrassera la mine d'asphalte des 3000 lm. qui risquent de l'inonder.

M. BILLETER ne comprend pas l'intransigeance en matière d'eaux: la meilleure doit être une bonne eau de source. Nous ne devons pas manquer d'eau; aussi lui paraîtrait-il utile de pousser la Commune à examiner la question, tant pour juger de l'état des conduites que pour parer à une insuffisance éventuelle.

M. RITTER appuie ce qu'a dit M. Schardt. Toutefois l'eau du lac prise au bon endroit, à 100 m. de profondeur est fraîche, tellement aérée qu'elle pétille comme du champagne. Notre lac pourrait produire un revenu annuel brut de 80 millions de francs, dont 15 000 000 pour la Suisse. Il n'y aurait qu'à prélever en temps utile 30 m³ seconde sur le bassin de l'Aar, les accumuler dans nos lacs puis les expédier peu à peu jusqu'à Paris, Rouen et le Havre par exemple. Avec un capital de 700 millions de francs on pourrait ainsi envoyer à ceux qui en manquent une rivière d'eau limpide à la température de + 4° C. Il y aurait plus de trois mille localités à alimenter avec ces excellentes eaux.

M. BÉRANECK dit que dans les conditions de topographie lacustre et de profondeur dans lesquelles les échantillons ont été prélevés les eaux du lac sont très pures et ne contiennent pas de bacilles nocifs. Les cultures n'ont jamais donné de colibacille ni d'autres formes de ce groupe.

M. RYCHNER appuie M. Billeter. La Commune devrait s'occuper du mauvais état de certaines grosses conduites et éviter ainsi le double gaspillage imputable à de grosses fuites et à une trop forte pression.

M. RITTER critique l'emploi de mauvais joints qui ne peuvent supporter la pression.

M. SCHARDT rappelle que Zurich est fatigué de l'eau fade du lac et dépense des millions pour amener de

l'eau de source des Alpes de Schwyz. L'eau de la surface des lacs doit être la meilleure, puisqu'elle est soumise à une forte insolation bactéricide.

M. BÉRANECK répond que les conditions ne sont pas les mêmes à Zurich et à Neuchâtel.

M. RITTER parle encore des immenses réserves d'eau de notre Jura, à la Raisse, au Val-de-Travers, etc.

M. le prof. H. SCHARDT présente une notice nécrologique sur K. A. von Zittel, membre correspondant de de notre Société, décédé à Munich le 5 janvier dernier. (Voir p. 341.)

SEANCE DU 5 FÉVRIER 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT annonce la démission de M. AUG. SANDOZ à Chézard et la candidature de M. *Dind*, ingénieur à Neuchâtel, présenté par MM. RIVIER et CONNE.

M. EUGÈNE APPERT est reçu membre de la Société à l'unanimité.

M. le prof. H. SCHARDT communique ses observations sur les *eaux du tunnel du Simplon*. Il donne comme introduction un aperçu sur les transformations successives qu'a subies le profil du massif du Simplon, au cours des recherches faites par les divers géologues (voir *Archives*, Genève t. XV^e, p. 446, 1893) et aborde ensuite le problème de l'hydrologie de cette montagne.

M. Schardt montre comment, par la détermination de la dureté, degré hydrotimétrique, on constate que la composition des sources se modifie, en accord avec les variations de la nature géologique des terrains. A l'approche des terrains triasiques, la teneur en gypse a toujours augmenté. Il signale en particulier un certain

groupe de sources jaillissant des schistes cristallins, qui sont presque privées de carbonates ou sulfates terreux et contiennent par contre jusqu'à 0,5 g. de sels alcalins et de silice.

Le problème de l'origine des grandes venues d'eau du côté sud, entre le km. 3800 et le km. 4420 est arrivé aujourd'hui à une solution quasi définitive. Contrairement aux pronostics formulés il y a deux ans, ces sources ne se sont pas réduites dans la mesure attendue. L'explication en est fournie par la constatation que le champ collecteur de ces cours d'eau souterrains est bien plus grand qu'on ne pouvait le supposer alors. Au lieu d'une superficie de 3 km², c'est une étendue de 12 km² environ que représente le champ nourricier de ces sources. Cela est démontré par le tarissement, soit immédiat, soit lent et graduel, de plusieurs sources ou groupes de sources, non seulement dans la vallée de la Cairasca, à deux ou trois km. au NE. du tunnel, mais aussi dans la région d'Alpien, à plus de 7 km. au SO. de l'axe du souterrain! Cette surface collectrice n'est cependant pas capable de fournir la totalité des eaux pénétrant dans le tunnel, dont le débit moyen n'est pas loin de 1000 lit. par seconde. La pluie reçue et absorbée par cette surface ne représente que les 60 % environ du total du débit des sources. De nouveaux essais de coloration, pratiqués à trois reprises sur la Cairasca, ont prouvé que l'eau de ce torrent pénètre dans le tunnel aux hautes eaux et aux eaux moyennes et qu'aux très basses eaux, elle coule par contre dans un lit tout à fait étanche. D'après l'intensité de la coloration, la perte du torrent aux eaux moyennes représente environ $\frac{1}{40}$ du volume de celui-ci; ces mêmes essais ont aussi influencé chaque fois les sources de Gebbo, lesquelles, quoique sortant du même banc que les eaux du tunnel, à 450 m. au-dessus de celui-ci, n'ont pas encore tari. Il y a donc une

relation entre le torrent et ces sources et probablement aussi entre les cours souterrains et celle-ci et les eaux du tunnel. Les voies par lesquelles l'eau de la Cairasca peut pénétrer dans le tunnel sont précisément les canaux par lesquels les sources captées par celui-ci se déversaient auparavant dans cette rivière. Aux très basses eaux ces canaux ne sont pas atteints par le torrent. La température très froide de ces eaux a produit un abaissement considérable de la chaleur souterraine, ce qui ressort des courbes isogéothermes du profil construit à cet effet. Il y a dans cette région aquifère une association de filons d'eaux chaudes et d'eaux froides, les unes très gypseuses, les autres pas du tout. Ils s'influencent mutuellement, soit d'une manière permanente, soit temporairement, au cours des variations du volume des grandes sources. Cette variation ne présente qu'une seule période annuelle de crues, de mai à juillet et de décrue, d'août à fin avril. La crue coïncide donc avec la fonte des neiges dans le champ collecteur et constitue une accumulation d'eau dans les cavités souterraines qui se vidangent pendant neuf mois. Les variations des précipitations atmosphériques sont sans influence appréciable sur le débit des sources dans le tunnel. La crue de celles-ci est donc due à l'augmentation de la charge (crue piézométrique); elle est accompagnée d'une baisse de température et du degré hydrotimétrique. La quantité de gypse dissoute dans les eaux, tant froides que chaudes, représente un volume tout à fait surprenant, car il se chiffre par bien des milliers de tonnes. Il est à remarquer que la pénétration de l'eau colorée de la Cairasca, a influencé toutes les sources, autant les gypseuses que les non-gypseuses et cela dans toute la longueur de la zone aquifère dans le tunnel. Ce fait montre que les canaux, aujourd'hui parcourus par des eaux fort différentes, communiquent ensemble et leur contenu pou-

vait se mélanger, lorsque les fissures et cavités qui parcourent la montagne étaient encore pleines d'eau jusqu'au niveau des plus basses des sources taries (658 mètres au-dessus du niveau du tunnel).

M. le prof. A. MATHEY-DUPRAZ présente une communication, avec démonstrations, sur *le développement des bois chez les Cervins*.

M. le prof. O. FUHRMANN ajoute quelques observations sur les relations existant entre le sexe de l'animal et sa ramure, ainsi que sur les monstruosité résultant de la castration ou de blessures affectant le système osseux.

M. MATHEY présente en outre deux exemplaires de *Pelias berus* (la vipère commune) trouvés aux environs des Verrières et dont la présence serait ainsi pour la première fois constatée dans notre canton.

SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. AUGUSTE DIND est reçu membre de la Société, puis il est annoncé la candidature de M. *Henri Clerc*, notaire à Neuchâtel, présenté par MM. J. DE PERREGAUX et H. RIVIER.

M. E. BAULER, caissier, présente les comptes de l'exercice 1903. Son rapport relève en particulier le nombre des membres, 194, à fin décembre 1902; pendant l'année 1903 4 décès, 3 démissions, 9 admissions, ce qui donne 196 membres au 31 décembre 1903.

M. F. CONNE lit ensuite le rapport des vérificateurs de comptes.

Ces lectures sont suivies d'une discussion à laquelle prennent part MM. BAULER, BILLETER et RIVIER. Il faudra réduire les frais d'impression tant par le refus de travaux inutiles ou de communications trop longues ou mal rédigées, que, cas échéant, par le changement d'éditeur.

Après cet échange de vues les comptes sont approuvés.

M. WEBER parle sur *Une visite à la station terminale de la ligne télégraphique sous-marine Lisbonne-Brésil à Curcarellos*. Il s'attache particulièrement à faire ressortir les difficultés présentées par la télégraphie sous-marine.

M. le prof. L. GABEREL fait une communication *sur une surface de Riemann*. (Voir p. 154.)

SÉANCE DU 4 MARS 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. HENRI CLERC est reçu membre de la Société, puis il est annoncé les trois candidatures suivantes :

M. *François Marutzky*, photographe à Neuchâtel, présenté par MM. BILLETER et RIVIER.

M. *Ernest Godet*, ingénieur à Neuchâtel, présenté par MM. P. GODET et RIVIER.

M. *Emile Piguet*, professeur à Cernier, présenté par MM. JEANRENAUD et SPINNER.

M. le prof. H. SCHARDT présente des *Observations géologiques sur la Montagne de Diesse et le vallon du Jorat*. (Voir p. 99.)

M. H. MOULIN, pasteur, ajoute quelques mots et parle d'un glissement observé dans les Gorges du Seyou.

M. H. STRÖELE parle de *La question d'une langue scientifique internationale et l'Esperanto*. En terminant, il propose à la Société d'adhérer à la Délégation pour l'établissement d'une langue universelle.

Cette proposition est renvoyée au Bureau.

SÉANCE DU 18 MARS 1904

Présidence de M. H. RIVIER

MM. ERNEST GODET, EMILE PIGUET et FRANÇOIS MARUTZKY sont reçus membres de la Société, puis il est annoncé les deux candidatures suivantes :

MM. *Paul Savoie-Petitpierre*, négociant à Neuchâtel, présenté par MM. FUHRMANN et RIVIER, et *Emile Hüliger*, professeur à Neuchâtel, présenté par MM. RUFENER et SPINNER.

M. le prof. H. SCHARDT fait part de ses *Observations géologiques sur les environs de Couvet*. (Voir p. 106.)

M. le prof. M. DE TRIBOLET donne lecture d'un travail de M. L. Rollier *sur les relations du Sidérolithique avec le Néocomien*. (Voir p. 147.)

M. H. SCHARDT rappelle ses recherches sur les relations existant entre le sidérolithique et le crétacé moyen. M. Rollier s'étant borné à faire des constatations, M. Schardt conclut que les matériaux examinés par son collègue ne sont que des produits d'érosion. Le Néocomien s'étendait beaucoup plus loin qu'aujourd'hui. Ce sont les corrosions du miocène surtout qui l'ont fait disparaître, ne laissant que des poches de matériaux insolubles.

M. le prof. L. ISELY présente une notice nécrologique sur le savant mathématicien irlandais Georges Salmon, né en 1819, mort le 22 janvier 1904.

M. le prof. H. SCHARDT rappelle qu'il a introduit de la fluorescéine dans un emposieu entre le Cachot et La Brévine; l'opération a été faite mardi 15 courant, à la veille du dégel, et la coloration de l'eau est apparue à la source de la Doux, le vendredi 18 courant, à 10 heures du matin. Le trajet a donc duré 3 jours moins 6 heures, soit 66 heures; l'eau a donc avancé d'environ 5 km. par jour. Un autre essai a démontré les relations de la vallée des Verrières avec la source de l'Areuse. M. Schardt présentera plus tard un travail complet sur la question. (Voir p. 118.)

SÉANCE DU 15 AVRIL 1904

Présidence de M. H. RIVIER

MM. PAUL SAVOIE et EMILE HULLIGER sont reçus membres de la Société, puis il est annoncé la candidature de M. *Gustave Chable*, architecte à Neuchâtel, présenté par MM. CHARLES DE MONTMOLLIN et RIVIER.

M. le prof. O. FUHRMANN entretient la Société des recherches récentes *sur la parthénogénèse expérimentale et la mérogonie*. Il parle spécialement des expériences d'Yves Delage sur la mérogonie, la parthénogénèse artificielle et l'hybridation mérogonique.

L'interprétation de ces faits soulève une discussion à laquelle prennent part MM. PAUL GODET et BÉRANECK, prof.

M. E. LEGRANDROY parle d'une *théorie nouvelle des énergies attractives* d'après l'ouvrage de Despaux, intitulé *Cause des énergies attractives*.

M. ISELY revient à ce qu'il a dit dans sa communication sur Leibniz.

M. WEBER critique vertement l'auteur des Causes des énergies attractives. Il rappelle les expériences précises des modernes.

M. LEGRANDROY voudrait qu'on n'ajoutât pas trop d'importance à la terminologie, et M. BÉRANECK trouve l'ouvrage incomplet.

SÉANCE DU 29 AVRIL 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT annonce la mort de M. AUGUSTE MAYOR, le doyen de nos membres. L'assemblée se lève en signe de deuil.

M. GUSTAVE CHABLE, architecte, est reçu membre de la Société.

M. le prof. H. SPINNER fait une communication sur *l'anatomie caulinaire des Carex suisses*. (Voir p. 243.)

M. le prof. H. SCHARDT rend compte du débat qui a été ouvert lors du XI^{me} congrès international d'hygiène et de démographie, qui a eu lieu à Bruxelles en septembre 1903, sur la question des *conditions que doivent remplir les eaux de sources issues de terrains calcaires, au point de vue de l'hygiène*. (Voir p. 221.)

SÉANCE DU 13 MAI 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT annonce la mort de M. EMILE HAFNER, membre de la Société. Puis il lit une lettre du Conseil communal de Neuchâtel demandant à la Société de se

charger de la réception des participants au Congrès de zoologie à Berne. Ces messieurs feront une excursion chez nous vers la mi-août.

MM. PAUL GODET, SCHARDT et RIVIER demandent que la Société ne s'occupe pas de cette réception et la laisse à la Commune.

Après discussion, il est décidé que le PRÉSIDENT s'entendra avec le Conseil communal pour mener à bien cette affaire.

Discussion de la proposition de M. H. Strœle, d'adhérer à la délégation pour l'adoption d'une langue internationale. Le préavis du bureau est favorable. Pour la délégation, sont proposés et nommés MM. STRÖELE et DE MARVAL.

Voici le texte des propositions qui sont adoptées:

1^o La Société neuchâteloise des sciences naturelles adhère à la délégation pour l'adoption d'une langue internationale.

2^o Elle y nomme deux délégués.

3^o Elle vote une subvention de 25 fr. au comité provisoire de cette délégation.

Choix du siège et de la date de la séance publique de 1904. La Société choisit Dombresson et le 18 juin prochain. La séance aura lieu l'après-midi. Les dames y seront invitées.

M. le prof. O. FUHRMANN parle *sur les maladies de nos poissons*. Ce sont surtout les maladies infectieuses générales causées par les bactéries et les sporozoaires, qui ravagent notre faune ichthyologique. Il cite la *furonculose* des Salmonides et le redressement des écailles chez les poissons blancs, la maladie bubonique des barbeaux et la petite vérole des carpes. Une intéressante maladie épidémique des organes sexuels femelles des brochets du lac de Neuchâtel est causée par une espèce de Myxosporidie (*Henneguya psorospermica*, var. *ovi-*

perda). La maladie du dépérissement des carpes est intéressante parce qu'elle est probablement causée par le même genre de parasite (*Trypanosoma*) qui produit la maladie du sommeil chez l'homme.

M. le prof. SCHARDT parle sur *un chevauchement géologique près de Montezillon*. (Voir p. 113.)

SÉANCE DU 27 MAI 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT annonce qu'il a avisé le Conseil communal de nos décisions; il a de même écrit à la délégation pour l'adoption d'une langue internationale.

MM. E. BAULER et H. RIVIER sont nommés délégués à la session annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles du 29 juillet au 2 août, à Winterthour.

M. H. BERTHOUD fait une communication sur *un cas de combustion lente des thiuréthanes aliphatiques bisubstituées*. (Voir p. 3.)

M. H. SCHARDT rend compte du débat qui a eu lieu devant la Société belge de géologie, d'hydrologie et de paléontologie au sujet de *la propagation de la fluorescéine dans les eaux courantes*. Dans une communication à l'Académie des sciences de Paris, MM. Fournier et Magnin avaient attiré l'attention sur le fait que la fluorescéine paraissait cheminer dans l'eau moins vite que celle-ci et surtout moins vite que certaines autres substances, malgré l'incroyable sensibilité de cette matière. Cette hypothèse paraissait impossible à première vue. Aussi, M. Van den Brœck, l'actif et distingué

secrétaire de la Société belge, a provoqué une enquête sur ce problème en faisant appel à de nombreux hydrologues et géologues. Les résultats de cette enquête ont été présentés et discutés dans plusieurs séances. Ils forment aujourd'hui un fascicule de 218 pages, paru en dehors des publications de la Société ¹. Il résulte de ces recherches et discussions que la fluorescéine ne paraît pas cheminer plus lentement que les autres substances. En suivant la propagation avec des fluorescopes très sensibles, on arrive à la discerner aussi rapidement, sinon plus vite, en raison de son extrême sensibilité. Elle se propage plus lentement que l'eau elle-même, par suite de la dilution que subit la tête de la colonne colorée; en cela elle partage le même sort avec tous les autres réactifs employés. Longtemps avant que la coloration devienne visible à l'œil nu, le fluorescope permet de la discerner. Pour ce qui concerne les eaux souterraines, les divers essais sont toujours difficiles à comparer par le fait qu'aux diverses époques de l'année, c'est-à-dire suivant le débit des eaux, la rapidité de l'écoulement est fort différente. La fluorescéine est la meilleure substance pour l'étude du parcours souterrain des eaux.

SÉANCE DU 10 JUIN 1904

Présidence de M. H. RIVIER

M. le PRÉSIDENT lit une lettre d'invitation de la Société vaudoise des sciences naturelles pour sa séance publique annuelle; puis il annonce la candidature de M. *Adrien Richard*, négociant à Neuchâtel, présenté par MM. BELLENOT et RIVIER.

¹ L'étude des eaux courantes par l'emploi des matières colorantes. *Société belge de géologie, paléontologie et d'hydrologie*; fascicule spécial, édité par M. VAN DEN BRÛCK, secrétaire de la Société; 213 fs, in-8°. Avril 1904.

Ensuite il lit une notice nécrologique de M. LOUIS FAVRE, sur notre ancien membre actif, M. AUG. MAYOR. (Voir p. 337.)

Nous avons à déplorer la mort du doyen de nos membres honoraires, M. le Dr LÉOPOLD DE REYNIER. M. le Dr Ed. CORNAZ est chargé de rédiger une notice nécrologique sur notre ancien collègue.

M. EMILE PIGUET fait une communication préliminaire sur *l'anatomie de l'appareil circulatoire de certains Oligochètes limicoles*. Il signale des différences remarquables chez des individus de même espèce, mais de pays différents. (Voir p. 159.)

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE A DOMBRESON

le samedi 18 juin 1904

Présidence de M. H. RIVIER

70 assistants, dont 6 dames.

M. le PRÉSIDENT ouvre la séance par l'allocution suivante :

« *Mesdames, Messieurs,*

« Onze années se sont écoulées depuis que notre Société des sciences naturelles a décidé l'organisation de séances publiques annuelles dans les différentes localités du canton. Cette institution devait, dans l'esprit de ses promoteurs, donner à un plus grand nombre de personnes l'occasion d'entendre parler de sujets scientifiques, et attirer à notre Société, en la faisant connaître, tous ceux qui, chez nous, s'intéressent aux sciences en général et à l'étude de notre pays en particulier. Ces séances publiques se sont dès lors tenues régulièrement chaque année, alternativement dans les six districts, et

nous croyons pouvoir dire que le but poursuivi a été atteint dans une grande mesure. L'intérêt pour les questions scientifiques augmente dans notre population ; l'instruction à tous ses degrés y est répandue d'une façon réjouissante, et la belle réception, si cordiale et chaleureuse, que nous fait aujourd'hui le village de Dombresson, montre qu'on y connaît la valeur et l'intérêt de l'étude des sciences.

« Lorsque, il y a six ans, notre Société vint visiter pour la première fois votre beau Val-de-Ruz — c'était à Cernier, le 23 juin 1898 — notre président d'alors, M. DE TRIBOLET, fit ressortir, dans son discours d'ouverture, combien les progrès acquis par la science sont bien mis en pratique, dans votre vallonn, dans les deux domaines de l'industrie et de l'agriculture ; ces deux branches maîtresses de l'activité humaine ne progressent en effet qu'à la condition d'être sans cesse vivifiées par le souffle de la science, la grande force de perfectionnement dans la lutte engagée par l'homme avec la nature, pour la soumettre en scrutant ses mystères.

« Le Val-de-Ruz a produit plusieurs hommes qui ont travaillé, chacun dans sa sphère, à l'avancement de la science ; quelques-uns d'entre eux sont arrivés à la célébrité. Qu'il me suffise de rappeler le nom d'Arnold Guyot, né à Boudevilliers, celui de DuBois-Reymond, qui, bien que Berlinoïse de naissance et d'éducation, appartenait à une famille originaire de Villiers. Le village de Saint-Martin peut être fier d'avoir donné le jour à un botaniste de grand mérite, le Dr Paul Morthier, ressortissant de votre localité, qui y vécut longtemps, et dont les travaux sur les champignons n'ont pas passé inaperçus. Enfin, permettez-moi de rappeler, au risque de blesser la modestie d'un de nos membres les plus dévoués, que Dombresson possède aujourd'hui un entomologiste distingué, qui a enrichi de plusieurs espèces inconnues avant lui la liste des papillons de notre Jura, et qui a même eu l'honneur

groupe de sources jaillissant des schistes cristallins, qui sont presque privées de carbonates ou sulfates terreux et contiennent par contre jusqu'à 0,5 g. de sels alcalins et de silice.

Le problème de l'origine des grandes venues d'eau du côté sud, entre le km. 3800 et le km. 4420 est arrivé aujourd'hui à une solution quasi définitive. Contrairement aux pronostics formulés il y a deux ans, ces sources ne se sont pas réduites dans la mesure attendue. L'explication en est fournie par la constatation que le champ collecteur de ces cours d'eau souterrains est bien plus grand qu'on ne pouvait le supposer alors. Au lieu d'une superficie de 3 km², c'est une étendue de 12 km² environ que représente le champ nourricier de ces sources. Cela est démontré par le tarissement, soit immédiat, soit lent et graduel, de plusieurs sources ou groupes de sources, non seulement dans la vallée de la Cairasca, à deux ou trois km. au NE. du tunnel, mais aussi dans la région d'Alpien, à plus de 7 km. au SO. de l'axe du souterrain ! Cette surface collectrice n'est cependant pas capable de fournir la totalité des eaux pénétrant dans le tunnel, dont le débit moyen n'est pas loin de 1000 lit. par seconde. La pluie reçue et absorbée par cette surface ne représente que les 60 % environ du total du débit des sources. De nouveaux essais de coloration, pratiqués à trois reprises sur la Cairasca, ont prouvé que l'eau de ce torrent pénètre dans le tunnel aux hautes eaux et aux eaux moyennes et qu'aux très basses eaux, elle coule par contre dans un lit tout à fait étanche. D'après l'intensité de la coloration, la perte du torrent aux eaux moyennes représente environ $\frac{1}{40}$ du volume de celui-ci ; ces mêmes essais ont aussi influencé chaque fois les sources de Gebbo, lesquelles, quoique sortant du même banc que les eaux du tunnel, à 450 m. au-dessus de celui-ci, n'ont pas encore tari. Il y a donc une

relation entre le torrent et ces sources et probablement aussi entre les cours souterrains et celle-ci et les eaux du tunnel. Les voies par lesquelles l'eau de la Cairasca peut pénétrer dans le tunnel sont précisément les canaux par lesquels les sources captées par celui-ci se déversaient auparavant dans cette rivière. Aux très basses eaux ces canaux ne sont pas atteints par le torrent. La température très froide de ces eaux a produit un abaissement considérable de la chaleur souterraine, ce qui ressort des courbes isogéothermes du profil construit à cet effet. Il y a dans cette région aquifère une association de filons d'eaux chaudes et d'eaux froides, les unes très gypseuses, les autres pas du tout. Ils s'influencent mutuellement, soit d'une manière permanente, soit temporairement, au cours des variations du volume des grandes sources. Cette variation ne présente qu'une seule période annuelle de crues, de mai à juillet et de décrue, d'août à fin avril. La crue coïncide donc avec la fonte des neiges dans le champ collecteur et constitue une accumulation d'eau dans les cavités souterraines qui se vidangent pendant neuf mois. Les variations des précipitations atmosphériques sont sans influence appréciable sur le débit des sources dans le tunnel. La crue de celles-ci est donc due à l'augmentation de la charge (crue piézométrique); elle est accompagnée d'une baisse de température et du degré hydrotimétrique. La quantité de gypse dissoute dans les eaux, tant froides que chaudes, représente un volume tout à fait surprenant, car il se chiffre par bien des milliers de tonnes. Il est à remarquer que la pénétration de l'eau colorée de la Cairasca, a influencé toutes les sources, autant les gypseuses que les non-gypseuses et cela dans toute la longueur de la zone aquifère dans le tunnel. Ce fait montre que les canaux, aujourd'hui parcourus par des eaux fort différentes, communiquent ensemble et leur contenu pou-

LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} janvier au 31 décembre 1904

- Aarau.* Société helv. des sc. natur. — 1. Atti della 86^{ma} sessione adunata in Locarno, 1903; — 2. Compte rendu des travaux présentés à la 86^{me} session tenue à Locarno en 1903, et à la 87^{me} session tenue à Winterthour en 1904.
- Adelaide* (Sud-Australie). Royal Soc. of. S.-A. — Transact., vol. XXVII, 2.
- Agram.* Soc. des sc. natur. de Croatie. — Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društa, Godino XV, 2, XVI.
- Albany* (N. Y.). University of the state of New York. — State Museum: 1. Report, vol. 54, 1-4; 55; — 2. Bull., vol. 66 and 2 Plates.
- Annecey.* Soc. Florimontane. — Revue Savoie. 44^{me} ann., 2-4; 45^{me} ann., 1-2, et table des matières de 1851-1900.
- Auxerre.* Soc. des. sc. histor. et natur. de l'Yonne. — Bull., vol. 56, 2 et vol. 57, 1.
- Bâle.* Naturf. Gesellschaft. — Verhandl., B. XV, 2 u. 3; XVII.
- Baltimore.* Johns Hopkins University. — Programme of courses for 1904-05.
- Barcelone.* Observatorio Belloch. — Hojas meteorologicas de 1903.
- Beaune.* Soc. d'hist., d'archéolog. et de littérat. de l'arrondissement. — Mém., t. XXVI et XXVII.
- Bergen.* Bergens Museum. — 1. Aarbog 1903, 3^{de} Hefte; 1904, 1^{ste} et 2^{de} Hefte; — 2. An account of the Crustacea of Norway, by G.-O. Sars, vol. IV, p. 57-80; vol. V, p. 1-56. — 3. Aarsberetning for 1903.
- Berlin.* 1. K. Pr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. 1903, XLI-LIII; 1904, I-XL.
2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift. B. LV, 3 u. 4; LVI, 1 u. 2; — Register für die Bände 1-50.

3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — Verhandl., 45. Jahrg.
- Berne*. 1. Commission géolog. suisse. — 1. Matér. pour la Carte géolog. de la Suisse, nouv. sér., 14^{me} et 22^{me} livr.; — 2. Beiträge z. Geologie der Schweiz: die Moore der Schweiz, von Dr J. Fröh u. Dr C. Schroeter.
2. Soc. helv. des sc. natur. — Flore cryptog. suisse, vol. II, fasc. 2.
3. Naturf. Gesellschaft. — Mitteil. 1903, nos 1551-1564.
- Besançon*. Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 7^{me} sér., vol. 7.
- Béziers*. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., vol. XXIII et XXIV.
- Bonn*. 1. Niederrhein. Gesellsch. für Natur u. Heilkunde. — Sitzungsber., 1903, 2; 1904, 1.
2. Naturhistor. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 60, 2; 61, 1.
- Bordeaux*. 1. Soc. Linnéenne. — Actes, sér. 6, t. VIII.
2. Soc. des sc. phys. et natur. — 1. Mém., 6^{me} sér., t. III; — 2. Procès-verb. des séances, 1902-1903; — 3. Obs. pluviométr. et thermométr. faites dans le départ. de la Gironde, de juin 1902 à mai 1903.
- Boston*. Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. III, 8-10; — 2. Proceed., vol. XXII, 2 a. 3.
- Bourg*. Soc. des sc. natur. et d'archéolog. de l'Ain. — Bull., 1902, 2; 1903, 4 et 1904, 1.
- Braunschweig*. Verein für Naturwissenschaft. — Jahresber., 9 u. 13.
- Bremen*. Naturw. Verein. — Abhandl., B. XVII, 3.
- Brest*. Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., t. XXVIII.
- Brünn*. Naturf. Verein. — 1. Verhandl., B. XLI; — 2. Meteorolog. Commission, XXI. Ber.: Beobacht. im Jahre 1901.
- Bruxelles*. 1. Acad. royale de Belgique. — 1. Bull. de la Classe des sciences, 1903, 9-12; 1904, 1-8; — 2. Annuaire, 1904, 3. Annuaire astronomique, 1905.
2. Soc. royale de botan. de Belgique. — Bull., t. XL.
3. Soc. entomolog. de Belgique. — Annales, t. XLVII.
4. Etat indépendant du Congo. — 1. Notices sur des plantes utiles ou intéressantes du Congo, par E. de Wildeman, II; — 2. Annales du Musée du Congo: Botanique, série I, fasc. 1-8; série II, fasc. 1 et 2; série III, fasc. 1 et 2; série IV, fasc. 1-3; série V, fasc. 1 et 2; série VI, fasc. 1; — série II, Zoologie, t. I, fasc. 1 et 2.

- Budapest.** K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Földtani Közlöny, vol. XXXIII, 10-12; XXXIV, 1-4; XXXV, 5-10; — 2. Jahresber. für 1901; — 3. Vierter Nachtrag z. Katalog der Bibliothek, 1892-1896; 4. Littérat. génér. et paléontolog. sur l'étage pontique de Hongrie; — 5. Die Umgebung von Magyarszölgyén u. Parkany-nana, mit 1 Karte.
- Buenos-Aires.** Museo nacional. — Anales, ser. III, t. II.
- Caen.** Soc. Linnéenne de Normandie. — Bull., 5^{me} sér., vol. 6.
- Calcutta.** Geolog. Survey of India. — 1. Mem., vol. XXXIII, 3; XXXIV, 3; XXXV, 2 a. 3; XXXVI, 1; — 2. Mem. Paleontologia indica, ser. IX, vol. III, p. II, 1; ser. XV, vol. IV a. V, p. V; — 3. Records, vol. XXXI, 1 a. 2; — 4. Contents a. Index of vol. XXI-XXX of the Records; — 5. General Rep. for the year 1902-1903.
- Cambridge (U.-S.).** Museum of comparat. Zoölogy. — 1. Bull., vol. XLI, 2; XLII, geolog. ser., vol. VI, 5; XLIII, 1-3; XLIV, geolog. ser., vol. VII, XLV, 1-4; XLVI, 1-3; — 2. Ann. Rep. for 1902-1903 a. for 1903-1904.
- Catania.** Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4^a, vol. XVI; — 2. Boll. delle sedute, fasc. LXXIX-LXXXII.
- Chambéry.** 1. Acad. des sc., belles-lettres et arts de Savoie. — Mém., 4^{me} sér., t. IX; — 2. Tableau des membres de l'Acad. et Table des noms et des matières contenues dans chacun des vol. des Mém. et des Documents.
2. Soc. d'hist. natur. de Savoie. — Bull., 2^{me} sér., t. VI-VIII.
- Charleroi.** Soc. paléontolog. et archéolog. — Documents et Rapports, t. XXVI.
- Chemnitz.** Naturwissenschaftl. Gesellsch. — 15. Bericht, 1899-1903.
- Cherbourg.** Soc. nation. des sc. natur. et mathém. — Mém., t. XXXIII, 2.
- Cincinnati.** 1. Soc. of natur. history. — Journal, vol. XX, 4.
- Colorado-Springs.** (Col.). Colorado college studies: 1. Language ser. nos 15-17, vol. XII; — 2. Science ser. nos 30-32, vol. XI.
- Dax.** Soc. de Borda. — Bull., 1903, 2-4; 1904, 1.
- Des Moines (U.-S.).** Iowa geolog. Survey. — Vol. XIII.
- Donaueschingen.** Ver. für Geschichte u. Naturgeschichte der Baar u. der angrenzenden Landesteile. — Schriften, XI. Heft.
- Dresden.** Naturwiss. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1903, Januar bis Juni.

- Dublin.** 1. Royal Irish Academy. — 1. Transact., vol. XXXII, p. III a. IV; — 2. Proceed., vol. XXIV, sect. B., p. 4 a. 5.
2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientific Transact., vol. VIII, 2-5; — 2. Scientific Proceed., vol. X, p. 4; — 3. Economic Proceed., vol. I, p. 4.
- Dürkheim.** Pollichia. — 1. Mitteil., Nos 18 u. 19; — 2. Ueber die Stirnwaffen der zweihüftigen Wiederkäuer oder Artiodactylen.
- Ekimbourg.** Royal phys. Soc. — Proceed., vol. XV, 2; XVI, 1.
- Ekatérinbourg.** Soc. oural. d'amateurs de sc. natur. — Bull., t. XXIV.
- Erlangen.** Phys.-medizin. Societät. — Sitzungsber., 35. Heft.
- Florence.** Soc. entomolog. italiana. — Bull., XXXV, 3 e 4.
- Frankfurt a. M.** Senckenberg. naturf. Gesellsch. — 1. Abhandl., B. XXVII, 2 u. 3; XXIX, 1; — 2. Bericht 1903 u. 1904.
- Frauenfeld.** Thurgauische Naturf. Gesellsch. — Mitteil., 16. Heft: Festschrift zur Feier des 50 jährigen Jubiläums des Vereins.
- Freiburg i. B.** Naturf. Gesellsch. — Ber., 14. B.
- Fribourg.** Soc. fribourg. des sc. natur. — 1. Mém.: Géolog. et géogr., vol. III, 1; — Mathém. et phys., vol. I, 1; — Chimie, vol. II, 1; — 2. Bull., vol. XI.
- Genève.** Soc. de phys. et d'hist. natur. — Mém., vol. 34, fasc. 4.
- Görlitz.** Naturf. Gesellsch. — Abhandl., 24. B.
- Gray.** Soc. grayloise d'émulat. — Bull., n° 6.
- Graz.** Naturw. Verein für Steiermark. — Mitteil., 40. Heft.
- Greifswald.** Naturwiss. Verein für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 35. Jahrg.
- Grenoble.** Université. — Annales, t. XV, 3; XVI, 1 et 2.
- Güstrow.** Ver. der Freunde der Naturgesch. in Mecklenburg. — Archiv, 54. Jahr, 2^{te} Abtheil.
- Hamburg.** Naturw. Verein. — 1. Verhandl., 1903, 3^{te} Folge, B. XI.
- Hanau.** Wetterauische Gesellsch. — Bericht vom 1 April 1899 bis 30 September 1903.
- Harlem.** 1. Soc. holland. des sc. — 1. Archives néerland. des sc. exactes et natur., sér. II, t. IX, 1-5; introd. et Table des mat. du t. IX.
2. Musée Teyler. — 1. Archives, sér. II, vol. VIII, 5; — 2. Catal. de la Biblioth., t. III.
- Havre (Le).** Soc. géolog. de Normandie. — Bull., t. XXII.

- Innsbruck.* Ferdinandeum für Tirol u. Vorarlberg. — Zeitschrift, 48. Heft.
- Karlsruhe.* Naturw. Verein. — Verhandl., 17. Band.
- Kassel.* Verein für Naturkunde. — Abhandl. u. Ber., B. XLVIII.
- Kiel.* Naturw. Verein für Schleswig-Holstein. — Schriften: Register zu Bände I-XII.
- Klagenfurt.* Naturhistor. Landesmuseum für Kärnten. — Carinthia, II, 93. Jahrg, n° 6; 94. Jahrg., nos 1-6.
- Königsberg.* Physik.-ökonom. Gesellschaft. — Schriften, 44. Jahrgang.
- Landshut.* Naturw. Verein. — 17. Bericht.
- Lausanne.* Soc. vaudoise des sc. natur. — 1. Bull., 4^{me} sér., vol. XXXIX, n° 148; vol. XL, nos 149 et 150; — 2. Observ. météorolog. faites à la station du Champ-de-l'Air, ann. 1903.
- Lawrence* (U.-S.) Kansas University. — Science Bull., vol. II, 1-9.
- Leipzig.* 1. Naturf. Gesellsch. — Sitzungsber., 28. u. 29. Jahrg., 1901-1902.
2. Zoologischer Anzeiger, B. XXVII, nos 1-26; B. XXVIII, nos 1-10.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique — 1. Annales, t. XXX, 2 et 3; t. XXXI, 1 et 2; — 2. La géologie et la reconnaissance du terrain houiller du Nord de la Belgique; — 3. Mém., T. II, 1.
2. Soc. royale des sc. — Mém., 3^{me} sér., t. V.
- Liestal.* Naturforsch. Gesellsch. Baselland. — Tätigkeitsber., 1902 u. 1903.
- Lille.* Soc. géolog. du Nord. — Annales, t. XXXII.
- Linz.* Ver. für Naturkunde in Oesterreich ob dem Enns. — XXXIII. Jahresber.
- Lisbonne.* Commission du Serv. géolog. du Portugal. — 1. Communicações, t. V, fasc. II, 1; — 2. Mollusques tertiaires du Portugal.
- Locarno.* Soc. ticinese di sc. natur. — Bollettino, anno I, 1.
- Londres.* 1. Royal Society. — 1. Proceed., vol. LXXII, 487; LXXIII, 488-496; LXXIV, 497, 498, 500-503; — 2. Obituary notices of fellows of the R. Society, Part I-III.
2. Zoolog. Society. — Proceed., 1903, vol. II, p. 1 a. II; 1904, vol. I, p. 1 a. II; vol II, p. II.
- Lucerne.* Naturf. Gesellschaft. — Mitteil., IV. Heft.
- Lüneburg.* Naturw. Verein — XVI. Jahresheft.
- Lund.* Université royale. — Acta, t. XXXVIII.

- Luxembourg.* 1. Soc. des natural. luxembourg. — Comptes rendus des séances, 13^{me} année.
 2. Institut grand-ducal. — Publicat., t. XXVII (B).
- Lyon.* 1. Acad. des sc., belles-lettres et arts. — Mém. sc. et lettres, 3^{me} sér., t. 7.
 2. Soc. d'agricult., sc. et industrie. — Annales, 7^{me} sér., t. IX et X, 8^{me} sér., t. I.
 3. Soc. Linnéenne. — Annales, nouv. sér., t. XLIX et L.
- Madison.* 1. Acad. of sc., arts a. letters. — Transact., vol. XIII, p. II ; XIV, p. I.
 2. Wisconsin geolog. a. natur. histor. Survey. — Bull., nos IX-XII.
- Madrid.* Observatorio de Madrid. — Observac. meteorolog., de Madrid, 1900 y 1901.
- Magdeburg.* Naturw. Verein. — Jahresber. u. Abhandl., 1902-1904.
- Manchester.* 1. Literary a. philosoph. Soc. — Mem. a. Proceed., vol. 48, p. I-III ; 49, p. I
 2. Museum Owens College. — 1. Rep. for the year 1903-1904 ; — 2. Notes from the Manchester Museum, 17-19 ; — 3. Museum Handbooks : A brief account of the cosmo Melvill herbarium ; The palæontology of the Lancashire coal measures, part. I ; — 4. Museum lectures, sess. 1904-1905.
- Melbourne.* Royal Soc. of Victoria. — 1. New or little-known Victorian fossils in the Nat. Museum, p. I a. II ; 2. On some Foraminifera a. Ostracoda from Jurassic strata.
- Mexico.* 1. Soc. cientif. « Antonio Alzate ». — Mem. y revista, t. XIX, 5 ; XX, 1-4.
 2. Instituto geolog. de México. — Parergones, t. I, 1-5.
- Milan.* Soc. italiana di sc. natur. e del Museo civico di storia natur. — Atti, vol. XLII, 4 ; XLIII, 1-3.
- Montbéliard.* Société d'émulation. — Bull., vol. XXX.
- Montevideo.* Museo nacional. 1. Anales, sección histó.-filosófica, T. I ; — 2. Anales serie II, entrega I.
- Montpellier.* Acad. des sc. et lettres. — Mém. : sect. des sciences, 2^{me} sér., t. III, 3 ; sect. de méd. 2^{me} sér. t. II., 1.
- Moscou.* Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1903, 2-4 ; 1904., 1.
- Mulhouse.* Soc. industrielle. — 1. Bull., 1904, 1-10 ; — 2. Procès-verb. 1903, p. 129-151, 203-238 ; 1904, p. 1-206 ; — 3. Progr. des prix à décerner en 1905.

- Munich.** 1. K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. der Mathem. — physikal. Classe, 1903, IV u. V; 1904, I u. II.
2. Ornitholog. Gesellsch. in Bayern. — Verhandl., 1903, B. IV.
- Nancy.** Soc. des sciences. — Bull., sér. III, t. IV, 3 et 4; V, 1.
- Nantes.** Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. — Bull., 2^{me} sér., t. III, 1-4.
- Neuchâtel.** Soc. neuchâteloise de géographie. — Bull., t. XV.
- New Haven.** Amer. Journal of science, 4th ser., vol. XVII, 97-102; XVIII, 103-108; XIX, 109.
- New York.** 1. Acad. of sciences. — Annals, vol. XIV, p. III a. IV; XV, p. II.
2. Botanical Garden. — Journal, vol. IV, 47.
- Nogent s. Seine.** Soc. d'apicult. de l'Aube. — La Ruche, XLI^{me} ann., 1-6; XLII^{me} ann., 1.
- Orléans.** Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., 3^{me} sér., t. III, 2; IV, 1.
- Ottawa.** 1. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a. Transact., 2^d ser., vol. IX.
- Padova.** Accad. scientif. Veneto-Trentina-Istria. — Atti, nuova ser., anno 1^o, fasc. I^o e II^o.
- Palermo.** Soc. di scienze natur. ed economiche. — Giornale, vol. XXIV, anno 1904.
- Paris.** 1. Soc. zoolog. de France. — Bull., t. XXVIII.
2. Soc. géolog. de France. — Comptes rendus des séances, 1904, nos 1-18.
3. Feuille des jeunes naturalistes. — Nos 400-412.
- Philadelphie.** 1. Acad. of natur. sc. — Proceed., vol. LV, p. II a. III; LVI, p. I.
2. University of Pennsylvania. — Contribut. from the zoolog. Laboratory, 1903, vol. X a. supplement.
3. Wagner free Institute of science. — Transact, vol. III, p. VI.
- Pise.** Soc. toscana di sc. natur. — Atti: Proc. verb., vol. XIV, nos 1-4.
- Potsdam.** Bureau centr. de l'Associat. géodés. internat. — Comptes Rendus de la 14^{me} Confér. génér. de l'Associat. à Copenhague en 1903.
- Reims.** Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., t. XI, 2-4; XII, 1-4.
- Rome.** 1. Reale Accad. dei Lincei. — Atti, ser. 5^a: Rendiconti, 1904, 1^o sem., vol. XIII, 1-12; 2^o sem., 1-12.

2. Soc. zoologica italiana. — Boll., ann. XII, ser. II, vol. IV, fasc. IV-VI; ann. XIII, ser. II, vol. V, fasc. I-III.
- Rotterdam*. Soc. batave de philosophie expériment. — Progr. de 1904.
- Rouen*. 1. Soc. de médecine. — Bull., 2^{me} sér., vol. 16.
2. Soc. libre d'émulation. — 1. Bull., 1902-1903; 2. Livre d'or.
- Saint-Dié*. Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 29^{me} année.
- Saint-Gall*. Naturw. Gesellschaft. — Ber., 1902-1903.
- Saint-Louis*. 1. Acad. of science. — Transact., vol. XII, 9 a. 10; XIII, 1-9; XIV, 1-6.
2. Missouri botan. garden. 14th a. 15th ann. Rep., 1903 a. 1904.
- Saint-Petersbourg*. Jardin botanique. — Acta, t. XXI, 3; XXII, 1 et 2; XXIII, 1 et 2.
- Salem*. American Associat. for the advancem. of science. — Proceed. of the 32^d Meeting held at Minneapolis.
- San José*. Instituto fisico-geograf. de Costa-Rica. — Bolet., nos 29-36.
- Santiago*. Soc. scientif. du Chili. — Actes, t. XII, 4 et 5; XIII, 1-3.
- Semur-en-Auxois*. Soc. des sc. histor. et natur. — Bull., ann. 1902 et 1903.
- Springfield* (Mass.). Museum of natur. history. — Bull., n° 1.
- Stockholm*. 1. Acad. royale des sciences. — 1. Arkiv för botanik, Bd. 2: 1-4; Bd. 3: 1-4; för zoologi, Bd. 1: 3-4; 2: 1-2; för matematik, astronomi och fysik, Bd. 1: 3-4; för kemi, mineral. och geol., Bd. 1: 2-4; — 2. Arsbok, 1904; — 3. Handlingar, Bd. XXXVII, 3-8; XXXVIII, 1-5; — 4. Forhandlingar, Aar 1902; — 5. Les prix Nobel en 1901.
2. Soc. entomolog. — Entomolog. Tidskrift, Arg. 24, 1-4.
- Tokyo*. — Zoological Soc. — Annotationes zoolog. japonenses, vol. V, p. I-III.
- Trieste*. 1. I. R. Osservatorio astronom.-meteorolog. — Rapp. ann. per l'anno 1901, vol. XVIII.
- Tufts* (Mass.). Tuft College. — Studies, n° 8.
- Turin*. R. Accad. delle scienze. — 1. Memorie, ser. 2^a, t. LIII; — 2. Atti, vol. XXXIX, 1-7.
- Urbana*. (Ill.) Illinois state laboratory of natur. hist. — 1. Bull., vol. VI: Index; VII, p. I-III.

- Vienne.* 1. Akad. der Wissenschaften. — 1. Sitzungsber., 1902, Abtheil. I, B. CXI, 10; 1903, B. CXII, 1-3; Abtheil. II^a, B. CXII, 1-6; Abtheil. II^b, B. CXII, 1-6; — 2. Mitteil. der Erdbeben-Commission, neue Folge, nos XIV-XXI.
2. K. u. K. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1903, 16-18; 1904, 1-15; — 2. Abhandl., B. XVII, 6; XIX, 2 u. 3; — 3. Jahrb. 1903, B. LIII, 2-4; LIV, 1 u. 2.
3. K. u. K. zoolog.-botan. Gesellschaft. — Verhandl., B. LIII u. LIV.
4. K. u. K. Central-Anstalt für Meteorolog. u. Erdmagnetismus. — Jahrb., neue Folge, B. XXXIX.
5. Verein zur Verbreit. naturw. Kenntnisse. — Schriften, B. XLII u. XLIII.
- Washington.* 1. Smithsonian Institut. — 1. Miscellan. collect., nos 1376, 1417, 1419, 1441, 1445, 1467; — 2. Contrib. to Knowledge, n° 1413; — 3. Ann. Report, June 30, 1902; — 4. 20th ann. Rep. of the Bureau of amer. Ethnology, 1898-1899.
2. U.-S. Nation. Museum. — 1. Proceed., vol. XXVII; — 2. Rep. upon the condition a. progress of the Museum, 1901; — 3. Ann. Rep. of the U. S. Nation. Museum, 1901 a. 1902; — 4. Special Bull. 4^o, p. 2.
3. U.-S. Geolog. Survey. — 1. Bull., nos 208-218, 220-232; — 2. 24th ann. Rep.; — 3. Monographs, vol. XLIV-XLVI; — 4. Professional paper, n° 9-23 a. 28; — 5. Mineral resources of the U.-S., 1902; — 6. Water-Supply paper, nos 80-95; — 7. Atlas to accompany Monograph XLV.
4. Departement of agricult. — Yearbook, 1903.
5. Coast a. geodetic Survey. — Rep. of the superintendent for 1902-1903 a. 1903-1904; Appendix to the Rep. for 1904, nos 3-9.
6. Volta Bureau. — 1. On the mode of teaching the surd or deaf a. consequently Dumb to speak; — 2. English visible speech a. its typography elucidated; — 3. The amer. associat. to promote the teaching of speech to the deaf.
7. U.-S. Naval Observatory. — 1. Rep. of the superintendent, 1903 a. 1904; — 2. Publicat., 2^d ser., vol. V.
- Wiesbaden.* Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrb., 57. Jahrgang.
- Winterthur.* Naturw. Gesellschaft. — 1. Mitteil., V. Heft; — 2. Festdialog zur 87. Jahres Versamml. der Schweizer. Naturf. Gesellschaft in Winterthur.

- Würzburg.* Physikal.-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber.,
Jahrg. 1903.
- Zurich.* 1. Naturf. Gesellschaft. — Vierteljahrschrift, 48.
Jahrg., Heft 3 u. 4; 49. Jahrg., Heft 1 u. 2.
2. Schweizer. botan. Gesellschaft. — Berichte, Heft XIII
u. XIV.
-

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

- Agassiz, G.* Etude sur la coloration des ailes des papillons.
- Fatio V. Dr.* Faune des Vertébrés de la Suisse, vol. II: Oiseaux,
2^{me} partie.
- Jaquet, M., Dr.* Faune de la Roumanie: Helminthes.
- Sacco, Federico.* I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte
e della Liguria: Considerazioni generali; indice gene-
rale dell'opera.
- De Saussure, Henri.* The U.-S. naval astron. expedit. to the
southern hemisphaera during the years 1849-52,
vol. I a. II.
- Schardt, H. Dr.* Note sur le profil géolog. et la tectonique du
massif du Simplon comparés aux travaux antérieurs.
-

TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XXXII

	Pages
<i>H. Berthoud.</i> — Un cas de combustion lente : Autoxydation des thiuréthanes aliphatiques bisubstituées	3
<i>H. Rivier.</i> — Sur la réversibilité de la transformation des pseudo-dithiobiurets pentasubstitués en dithiobiurets normaux	60
<i>L. Isely.</i> — Les origines de la théorie des fractions continues	72
<i>H. Schardt.</i> — Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 5 ^{me} fascicule.	
XXI. Sur divers gisements anormaux du Crétacique	81
XXII. Observations géologiques sur la Montagne de Diesse et le vallon du Jorat	99
XXIII. Observations géologiques sur les environs de Couvet	106
XXIV. Découverte d'un chevauchement près de Montezillon	113
XXV. Origine de la source de l'Areuse (la Doux)	118
<i>H. Spinner.</i> — Sur des fruits anormaux de <i>Cheiranthus</i>	140
<i>L. Rollier.</i> — La poche sidérolithique du Fuet (Jura bernois) contient un lambeau de Néocomien fossilifère	147
<i>L. Gaberel.</i> — Surface de Riemann de la fonction $\zeta = \text{arc sin } z$	154
<i>E. Piquet.</i> — Quelques observations sur l'anatomie circulatoire de certains Oligochètes limicoles	159
<i>H. Moulin.</i> — Origine du nom Valangien : notice historique	162
<i>L. Isely.</i> — Leibniz et Bourguet : correspondance scientifique et philosophique (1707-1716)	173
<i>F. Conne.</i> — La valeur de l'eau du lac de Neuchâtel pour l'alimentation	215
<i>H. Schardt.</i> — Les sources issues de terrains calcaires et leurs qualités comme eau d'alimentation	221
<i>H. Spinner.</i> — L'anatomie caulinaire des <i>Carex</i> suisses	243

L. Favre. — Auguste Mayor (notice nécrologique) . . . 337

H. Schardt. — Karl Alfred von Zittel (notice biographique) 341

Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel
à la Commission d'inspection pour l'année 1903. *L. Arndt.*
Appendice I.

Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel
au Département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le
concours des chronomètres observés pendant l'année 1903.

L. Arndt. Appendice II.

Annexe au rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de
Neuchâtel pour l'année 1904: Observations météorologi-
ques faites en 1903 et 1904. *L. Arndt.* Appendice III.

Procès-verbal de la 49^{me} séance de la Commission géodésique
suisse, tenue au Palais fédéral à Berne, le 23 avril 1904.

R. Gautier. Appendice IV.

TABLE DES MATIÈRES

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du bureau pour la période 1903-1905 . . .	343
Décès de sociétaires	343, 348, 360, 364, 366
Nomination de la Commission des blocs erratiques . .	343
Nomination de la Commission pour l'étude hydrolo- gique du Jura.	344
Nomination de deux vérificateurs de comptes	346
Constitution de la Commission de rédaction du Bulletin.	346
Démission de membres effectifs	353
Réception de nouveaux membres. 353, 356, 357, 358, 359, 360, 366	357
Comptes de l'exercice 1903 présentés et approuvés .	356, 357
Adhésion de la Société à la délégation pour l'adoption d'une langue internationale; nomination de deux délégués	361
Nomination de deux délégués à la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Winterthour. .	362
Allocution du Président à l'ouverture de la séance publique de Dombresson	364
Liste des ouvrages reçus par la Société du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1904	368

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. MÉTÉOROLOGIE

Sur la baisse barométrique du 26 au 28 novembre 1903.	
<i>R. Weber</i>	347

2. MATHÉMATIQUES

	Pages
Sur les origines de la théorie des fractions continues. <i>L. Isely</i>	345
Sur une surface de Riemann. <i>L. Gaberel</i>	357

3. PHYSIQUE

Présentation d'un baromètre à mercure multiplicateur. <i>R. Weber</i>	348
Observation d'un phénomène électro-lumineux. <i>Ed. Cornaz</i>	348
Sur une visite à la station terminale de la ligne télégraphique sous-marine Lisbonne-Brésil de Carcarellos. <i>R. Weber</i>	357
Sur une théorie nouvelle des énergies attractives d'après un ouvrage de Despaux. <i>E. Le Grand Roy</i>	359

4. CHIMIE

Sur un phénomène d'autoxydation. <i>O. Billeter</i>	346
Sur la réversibilité de la transformation des pseudo-dithiobiurets pentasubstitués en dithiobiurets normaux. <i>H. Rivier</i>	347
Sur un cas de combustion lente des thiuréthanes aliphatiques bisubstituées. <i>H. Berthoud</i>	362
Sur l'état actuel de la question du radium. <i>O. Billeter</i>	367
Sur l'utilisation de l'azote atmosphérique en agriculture. <i>E. Jeanrenaud</i>	367

5. GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

Structure remarquable de la combe des Quignets. <i>H. Schardt</i>	344
Sur divers gisements anormaux du Crétacique dans le Jura. <i>H. Schardt</i>	349
Sur les eaux du tunnel du Simplon. <i>H. Schardt</i>	353
Observations géologiques sur la Montagne de Diesse et le vallon du Jorat. <i>H. Schardt</i>	357
Observations géologiques sur les environs de Couvet. <i>H. Schardt</i>	358
Sur les relations du Sidérolithique avec le Néocomien. <i>L. Rollier</i>	358

	Pages
Relations de la vallée de la Chaux-du-Milieu et de celle des Verrières avec la source de l'Areuse, démontrées par des essais de coloration des eaux. <i>H. Schardt</i> .	359
Sur les conditions que doivent remplir les eaux de sources issues de terrains calcaires au point de vue de l'hygiène. <i>H. Schardt</i>	360
Sur un chevauchement géologique près de Montezillon. <i>H. Schardt</i>	362
Sur l'histoire du terme <i>Valangien</i> en géologie. <i>H. Moulin</i> . .	367

6. BOTANIQUE

Une station nouvelle du <i>Pleurogyne carinthiaca</i> . <i>Al. Perrochet</i>	345
Sur des fruits anormaux de <i>Cheiranthus</i> . <i>H. Spinner</i> .	347
Les symbioses végétales. <i>H. Spinner</i>	349
Sur un rameau supérieur d' <i>Abies alba</i> ayant le faciès de <i>Pinus Picea</i> . <i>Ed. Cornaz</i>	349
Sur l'anatomie caulinaire des <i>Carex</i> suisses. <i>H. Spinner</i>	360

7. ZOOLOGIE

Sur le développement des bois chez les Cervins. <i>A. Mathey-Dupraz</i>	356
Présence de <i>Pelias berus</i> aux environs des Verrières. <i>A. Mathey-Dupraz</i>	356
Recherches récentes sur la parthénogénèse expérimentale et la mérogonie. <i>O. Fuhrmann</i>	359
Sur les maladies de nos poissons. <i>O. Fuhrmann</i> . . .	361
Sur l'anatomie de l'appareil circulatoire de certains Oligochètes limicoles. <i>E. Piguet</i>	364
Sur les Eupithécies des environs de Dombresson. <i>F. de Rougemont</i>	367

8. HYGIÈNE ET MÉDECINE

La valeur de l'eau du lac de Neuchâtel pour l'alimentation. <i>F. Conne</i>	350
Discussion sur ce sujet	350, 353
Sur les eaux d'alimentation du canton de Neuchâtel <i>G. Ritter</i>	367

9. DIVERS

	Pages
Leibniz et Bourguet: Correspondance scientifique et philosophique. <i>L. Isely</i>	347, 348
Notice biographique sur Karl Alfred von Zittel. <i>H. Schardt</i>	341
La question d'une langue scientifique internationale et l'Esperanto. <i>H. Stræle</i>	358
Sur la propagation de la fluorescéine dans les eaux courantes. <i>H. Schardt</i>	362
Notice nécrologique sur Auguste Mayor. <i>L. Favre</i>	364

ERRATA

Dans *Mélanges géologiques*, fascicule V, page 125, 1^{re} ligne d'en bas, lisez: était de 4000 l. s. Il a diminué de 5800 à 220 l. s.

Page 125, ligne 4 d'en bas, lisez: 107^h30^m, au lieu de 277^h30^m.

Page 128, lisez:

2^{me} essai. Anneta . . 6,750 107 15,85 63,1 1514,0

ERRATA DE LA TABLE DES MATIÈRES

DES VINGT-CINQ PREMIERS TOMES DU BULLETIN

Dans la récapitulation, page 181, à la rubrique LADAME, H., ing., *il manque* l'indication des travaux suivants :

Hauteur du Môle de Neuchâtel, mentionné page 102.

Manchon d'Oldham, mentionné page 127.

Veine liquide, mentionné page 156.

Gare avec élévateur, à Serrières, mentionné p. 158.

A cette rubrique il faut donc ajouter :

G. ph. 102. — Ind. 127. — Phys. 156. — T^x pub. 158.

En outre, à la rubrique LADAME, H., prof., il faut *retrancher* :

Ind. 127 et Phys. 156.



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL

A LA
COMMISSION D'INSPECTION
POUR
L'ANNÉE 1903

SUIVI DU
RAPPORT SPÉCIAL
SUR LE

Concours des Chronomètres observés en 1903



LA CHAUX-DE-FONDS
E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE
1904

RAPPORT
DU
Directeur de l'Observatoire cantonal
A LA
COMMISSION D'INSPECTION
SUR
L'EXERCICE DE 1903

Monsieur le Président et Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter le rapport annuel sur l'Observatoire cantonal pour l'exercice de 1903.

Pendant l'année écoulée les

Bâtiments

de l'Observatoire n'ont été soumis à aucune réparation de quelque importance. Un plan d'ensemble des transformations de l'aile est du bâtiment n'étant pas encore arrêté, on s'est borné de nouveau à recouvrir une partie du toit de cette aile avec du papier goudronné afin d'arrêter pour quelques temps les gouttières provenant de fissures dans l'asphalte.

Comme on est obligé de changer journallement le carton de l'héliographe installé sur le toit, la mince couverture de papier est vite détériorée par le passage de la personne chargée de la surveillance de l'appareil.

Il serait à désirer que des réparations plus sérieuses, réclamées depuis longtemps déjà par feu M^r Hirsch, fussent entreprises.

Les locaux de cette partie du bâtiment ne furent disponibles qu'à partir du mois de mai. En attendant une décision définitive sur leur emploi, deux chambres furent mises en ordre, sur notre demande, pour servir de logement à l'astronome-adjoint qui était obligé jusqu'alors d'habiter hors de l'Observatoire.

Un nouveau plancher a été posé dans la tourelle au pied de la colonne portant l'équatorial, après avoir creusé des canaux d'aération dans le fondement du bâtiment afin de diminuer l'humidité dans ce local. Malheureusement ces travaux ont été commencés trop tard dans l'année de sorte que la tourelle était pendant l'hiver passé plus humide qu'auparavant.

Quant aux autres pièces de cette partie de l'Observatoire nous y avons installé les appareils à basses températures servant à des épreuves thermiques supplémentaires de chronomètres, et les pendules qui nous ont été envoyées en vue d'obtenir des bulletins de marche. Malgré toutes les précautions prises, nous avons pu constater que l'état provisoire de ces installations présente de grands inconvénients et que, dans les conditions actuelles, il n'est pas possible d'écarter

toutes les causes qui peuvent influencer la régularité des marches des pendules en question.

Si un concours de pendules est organisé et si le règlement que j'ai l'honneur de vous soumettre, vient à être adopté, il sera de toute nécessité de créer des locaux spéciaux permettant de faire des épreuves thermiques et où les pendules sont isolées des murs du bâtiment.

Dans nos rapports antérieurs nous avons attiré votre attention sur l'insuffisance du local dans lequel nous étions obligés, faute de place, d'installer les étuves et les glacières pour les épreuves thermiques des chronomètres. Nous nous permettons de revenir sur cette question et d'insister, dans l'intérêt de notre Observatoire cantonal pour que l'on prenne une décision avant que la bonne marche du service chronométrique soit compromise.

Dans le rapport sur l'exercice de 1902 nous avons exposé à grands traits un projet concernant la transformation et l'agrandissement de l'Observatoire et qui consistait à construire sur le terrain à l'ouest du logement du Directeur un bâtiment spécial contenant dans son sous-sol, la salle d'observation pour les chronomètres et les pendules, les appareils pour les épreuves thermiques et un réservoir à glace; dans le rez-de-chaussée, la bibliothèque servant en même temps de salle de réunion pour la Commission de l'Observatoire et le bureau du Directeur.

Cette disposition a le grand inconvénient que les locaux pour le service chronométrique et pour la détermination et la transmission de l'heure sont sépa-

rés. Pour faciliter le service il serait peut-être plus avantageux de réunir dans le bâtiment de l'Observatoire toutes les salles d'observation et les bureaux du personnel.

L'ancien logement du concierge est assez spacieux pour y installer, après une transformation convenable, tous les appareils nécessaires pour le service chronométrique. La salle pour les observations des pendules pourrait être installée dans le sous-sol et les bureaux au rez-de-chaussée de l'aile est de l'Observatoire.

Afin de nous rendre compte des frais approximatifs de ces nouvelles installations, nous avons fait faire un devis sur la construction de ces appareils, devis que je me permets de vous soumettre me réservant de vous donner sur place des explications détaillées.

La partie principale sera la chambre froide contenant des compartiments à 4° et 11° de température dont les dimensions seront assez grandes pour que l'observateur puisse y entrer pour remonter les chronomètres et faire les observations.

En prenant ces précautions on évitera le dépôt d'humidité qui se forme sur les chronomètres en les transportant depuis la glacière dans la salle d'observation où la température est beaucoup plus élevée.

Quant aux étuves on a prévu dans le projet un chauffage à gaz et des dispositions permettant de conduire les produits de combustion hors de la salle par des canaux munis de ventilateurs automatiques.

La salle d'observation pour les pendules contiendrait six piliers en pierre, fixés sur le roc et isolés du bâtiment. Chaque pilier serait entouré d'une cage dans laquelle on pourrait établir toute température entre 6° et 30° C.

Dans les propositions que je viens de vous soumettre je me suis basé sur les installations des établissements similaires que j'ai eu l'occasion de visiter l'automne passé pendant un voyage d'études que la Commission de l'Observatoire m'avait chargé de faire. .

J'ai déjà rendu compte à la Commission dans sa séance du mois de janvier de mes impressions lors de ce voyage; je me permets de réitérer ici ma reconnaissance aux directeurs qui ont bien voulu me montrer avec une amabilité parfaite l'organisation et l'installation des établissements qu'ils dirigent.

L'itinéraire m'a conduit par Paris, Kew, Greenwich, Bonn, Hambourg, Göttingue, Chemnitz, Leipzig, Iéna, Munich et Strassbourg.

Partout j'ai ressenti les pulsations d'une vie scientifique et je suis revenu avec l'espoir que l'Observatoire de Neuchâtel pourra dans les recherches astronomiques s'associer à ces établissements lorsque la grande lunette prévue par feu M^r Hirsch aura été installée.

La maison *Carl Zeiss* à Iéna m'a donné, sur ma demande, des renseignements concernant la lunette et la coupole, et m'a envoyé des plans et des devis que je vous sou mets.

Je suis convaincu que vous reconnaissez avec moi la nécessité de mettre tout en œuvre pour que le testament Hirsch trouve son exécution.

Les instruments

principaux de l'Observatoire n'ont pas subi de modifications pendant l'exercice de 1903.

L'*équatorial* restauré en 1902, a été utilisé pour l'exécution du programme que nous avons tracé dans notre rapport précédent.

Quant à la *lunette méridienne* qui nous sert toujours à la détermination régulière de l'heure, nous avons continué nos recherches sur les variations de ses erreurs et sur les causes probables qui peuvent produire ces variations.

L'*erreur de collimation* de cet instrument a été trouvée de nouveau très constante, comme cela a été le cas pendant les années antérieures. Une différence systématique entre les valeurs de cette quantité trouvées par l'observation des mires et par l'observation du nadir nous a engagé à déterminer l'erreur de collimation suivant différentes méthodes, en particulier, par l'auto-collimation au moyen d'un miroir plan vertical dont l'Observatoire a fait l'acquisition l'année dernière. Il résulte de ces observations que notre *oculaire de collimation* employé jusqu'à présent pour l'observation du nadir, n'est pas sans influence sur la valeur de l'erreur de la collimation.

L'*inclinaison* de l'axe de rotation de la lunette contre l'horizon a de nouveau augmenté pendant l'année écoulée; cependant ce mouvement est actuellement beaucoup plus lent et se fait, paraît-il, par périodes. L'inclinaison augmente lentement au mois d'avril et pendant les mois suivants; au mois de septembre son mouvement devient plus rapide et l'inclinaison atteint au mois d'octobre un état maximum qui se maintient jusqu'au mois de décembre. Au commencement de janvier elle diminue et arrive à un minimum en

février-mars, toutefois sans atteindre la valeur observée à la même époque de l'année précédente. Cette diminution en janvier 1903 nous avait fait croire un moment que le mouvement de l'inclinaison avait cessé comme nous l'avons indiqué dans notre dernier rapport.

Cette étrange variation de l'inclinaison nous paraît en contradiction avec l'hypothèse d'un abaissement continu de la partie occidentale de la colline du Mail, abaissement qui devrait se montrer dans les résultats des nivellements de précision exécutés à diverses reprises à l'est et à l'ouest du méridien.

Nous sommes actuellement occupés à comparer les altitudes relatives des repères géodésiques qui ont été fixés dans les environs de l'Observatoire.

Le mouvement périodique de l'*azimut* a également continué pendant l'année passée. Comme l'*azimut* de la mire du Mail qu'on observe régulièrement à chaque détermination de l'heure, n'accuse pas de variation, nous sommes portés à croire que nous nous trouvons plutôt en présence d'un mouvement périodique des piliers portant la lunette méridienne, que d'un mouvement oscillatoire de la colline.

Afin d'élucider cette question nous nous sommes proposés de faire des expériences décisives pendant le courant de cette année.

La température du sol et du fondement des piliers a été régulièrement observée au moyen des thermomètres placés à une certaine profondeur le long du méridien.

Les *horloges* principales de l'Observatoire sont en très bon état. Voici les marches ainsi que les varia-

tions moyennes mensuelles de la pendule électrique de *Hipp* et de celle de *Riefler* (à poids):

1903	Marches moyennes		Variations moyennes	
	Riefler	Hipp	Riefler	Hipp
Janvier	+ 0 ^s ,74	+ 0 ^s ,01	± 0 ^s ,048	± 0 ^s ,027
Février	+ 0,73	— 0,02	0,029	0,034
Mars	+ 0,69	— 0,01	0,042	0,035
Avril	+ 0,72	— 0,04	0,032	0,027
Mai	+ 0,61	+ 0,16	0,042	0,042
Juin	+ 0,62	+ 0,24	0,023	0,029
Juillet	+ 0,66	+ 0,40	0,028	0,032
Août	+ 0,61	+ 0,28	0,031	0,035
Septembre	+ 0,64	+ 0,10	0,031	0,033
Octobre	+ 0,61	— 0,06	0,033	0,028
Novembre	+ 0,73	— 0,22	0,038	0,042
Décembre	+ 0,86	— 0,17	0,027	0,030

On voit d'après ce tableau que la variation moyenne annuelle de la pendule de Hipp est de $\pm 0^s,033$ et celle de la pendule de Riefler est de $\pm 0^s,034$.

D'après les expériences que nous avons faites, il paraît que l'intensité du courant actionnant les compteurs, n'est pas sans influence sur les marches de la pendule de Hipp.

Mais ce qui nous frappe de nouveau, ce sont les brusques changements que nous constatons assez souvent dans les marches diurnes de ces deux pendules de précision et qui sont dans la plupart des cas dans le même sens. Un nombre aussi grand de coïncidences ne peut pas être expliqué par le jeu du hasard; il doit y avoir une cause commune. Les deux pendules sont de construction différente, l'une électrique, l'autre à

poids et oscillent sous pression constante et dans différents locaux. Ces variations simultanées des marches ont été constatées indépendamment par plusieurs observateurs et sont, comme nous l'avons déjà fait remarquer, trop fortes pour être expliquées par une variation de l'équation personnelle des observateurs. Les corrections de l'instrument méridien sont soigneusement déterminées et leurs faibles variations d'une détermination de l'heure à l'autre ne peuvent produire les variations des marches des pendules. Il reste donc comme explication les trépidations du sol sur lesquelles seul un sismomètre pourrait nous fournir des données exactes. L'installation d'un appareil de ce genre à notre Observatoire cantonal sera même indispensable si l'on veut organiser un concours annuel de pendules de précision.

La pendule de *Winnerl* a été installée de nouveau à l'Observatoire vers la fin de l'année. Avant de l'employer comme troisième pendule de précision et pour l'enregistrement des secondes sur le chronographe, il faut étudier sa compensation ainsi que l'influence des variations de la pression atmosphérique sur ses marches diurnes.

Le nouveau mécanisme d'enregistrement, imaginé et construit par M^r Ch. Rosat, au Locle, a très bien fonctionné. Cet ingénieux mécanisme comporte une cheville de saphir fixée perpendiculairement à la tige du pendule et une bascule pivotée, les pivots roulant très librement dans des pierres. L'une des extrémités de cette bascule porte une tête en forme d'ellipsoïde, tandis que l'autre extrémité est en communication

avec un deuxième levier, aussi pivoté et empierré, portant isolé sur son axe un petit cylindre. Lorsque le pendule oscille il vient effleurer légèrement et sans choc la tête de la bascule en lui imprimant un mouvement de rotation presque imperceptible. Ce mouvement est décuplé par la deuxième bascule qui fait tourner le cylindre avec les contacts électriques.

Tout le mécanisme est posé sur une plaque qui elle-même est suspendue au mouvement de l'horloge par deux tringles du même métal que la tige du pendule.

Le grand avantage de ce mécanisme d'enregistrement consiste à ce que le tout est indépendant du rouage et extrêmement sensible; la pression exercée sur le pendule par la bascule peut être exactement vérifiée et n'est pas soumise à des variations de sorte que la marche de la pendule n'est pas influencée par le travail supplémentaire qu'exerce le pendule. La variation de la température est sans influence sur le moment où a lieu le contact, les tringles qui supportent le mécanisme étant du même métal et ayant par conséquent, la même dilatation que la tige du pendule.

La pendule *David Perret* servant à la transmission du signal de l'heure a conservé l'année dernière la même régularité de marche que celle qu'elle a eue en 1902. Les plus petites variations moyennes mensuelles de sa marche étaient de $\pm 0^s,040$; ce résultat est d'autant plus remarquable que cette pendule est mise à l'heure chaque jour et que la plus grande partie des variations de la marche diurne doit être attribuée à cette opération délicate.

La *transmission de l'heure*, branche importante du service pratique de l'Observatoire, a été régulièrement faite tous les jours. Une seule fois le signal de l'heure n'a pu être envoyé par suite d'un accident arrivé au dernier moment au contact de notre pendule. Quant à l'arrivée des signaux aux différentes stations nous constatons pour 1903 à peu près la même régularité que pour 1902. Le tableau suivant indique le nombre de jours où le signal a manqué à :

Neuchâtel 5 (1 %), La Chaux-de-Fonds 5 (1 %), Le Locle 6 (2 %), Les Brenets 11 (3 %), Les Ponts 8 (2 %), Fleurier 5 (1 %), Ste-Croix 16 (4 %), Le Sentier 19 (5 %), Le Brassus 11 (3 %), St-Imier 9 (2 %), Bienne 4 (1 %), Bureau central des Télégraphes à Berne 2 (0,5 %).

Comme l'année précédente la moyenne est de 2 %.

Grâce au concours actif des chefs du réseau télégraphique de Neuchâtel, de La Chaux-de-Fonds, du Locle et de Vallorbe qui procédaient immédiatement après l'avertissement de notre part à un examen minutieux de la ligne télégraphique, les interruptions qui se sont produites quelques fois, ont été vite réparées.

Au commencement de l'année le Conseil d'Etat a accordé à la Municipalité du Locle la transmission du signal au nouveau Technicum où une seconde station de l'heure fut installée. On a profité de cette occasion pour mettre en dérivation aussi l'embranchement de M^r Paul-D. Nardin, qui recevait jusqu'alors le signal par l'intermédiaire d'un relais installé dans l'ancien bâtiment de l'Ecole d'Horlogerie.

Le courant électrique pour la transmission des signaux a été toujours fourni par une batterie de 70 éléments (charbon-zinc). Au mois de novembre nous avons remplacé, à titre d'expérience d'abord, le courant continu de la batterie par le courant alternatif de la ville, mais redressé par un petit appareil, connu sous le nom « soupape Nodon ».

Les expériences ont pleinement réussi de sorte que nous avons pu procéder à une installation définitive de cet appareil que nous utilisons en même temps pour charger nos accumulateurs.

La consommation de courant pour la transmission des signaux et les frais d'entretien de l'appareil sont extrêmement minimales, ce qui présente un grand avantage sur les piles électriques qui devaient fréquemment être nettoyées.

Quant au *service chronométrique* de l'Observatoire le rapport spécial que j'ai présenté à M^r le chef du Département de l'Industrie sur le concours des chronomètres observés en 1903, me dispense d'entrer dans les détails qui y sont exposés.

Mentionnons ici une nouvelle installation dont l'Observatoire a fait acquisition l'année passée et qui nous a permis de satisfaire à la demande de quelques fabricants de soumettre des chronomètres à des températures en dessous de zéro degré et au-dessus de $+32^{\circ}$, épreuves thermiques qui ne sont pas prévues dans le règlement.

Au moyen d'une machine frigorifique actionnée par un moteur électrique de $\frac{3}{4}$ HP nous pouvons produire dans un petit compartiment, destiné à loger les

chronomètres, des températures allant jusqu'à -25° . Une disposition spéciale réglant la circulation de l'acide sulfureux dans la machine, donne la possibilité de maintenir la température constante à laquelle on veut soumettre le chronomètre. Une pile thermo-électrique adaptée à l'appareil, permet de déterminer à l'aide d'un galvanomètre Depretz la température dans l'intérieur du compartiment sans avoir besoin de l'ouvrir.

Quant aux températures au-dessus de 32° nous nous sommes servis d'une étuve chauffée à l'électricité. La température y a été maintenue constante au moyen de nos thermomètres à contacts, qui interrompent le courant électrique au moment où la température arrive au degré voulu.

Les résultats de ces expériences qui ont un intérêt général surtout au point de vue de la théorie de la compensation des chronomètres, seront publiés dès qu'il y aura un assez grand nombre d'observations. Pendant l'année écoulée M^r David Perret à Neuchâtel a de nouveau fait observer quelques pendules de son système dans le but d'obtenir des bulletins de marche. Les résultats que ces observations ont donnés sont très bons et prouvent la perfection de son système. La compensation de quelques-unes de ses pendules a été vérifiée en chauffant, au moyen d'un fourneau électrique, la chambre dans laquelle les pendules étaient suspendues. A cette occasion nous avons pu étudier l'influence qu'exerce sur les marches diurnes des horloges, la répartition inégale de la température le long de la tige et du mercure.

En ce qui concerne les observations astronomiques citons d'abord que 123 déterminations complètes de l'heure ont pu être faites dans le courant de l'année. L'état du ciel dans les derniers mois n'était pas favorable aux observations; le plus long intervalle entre deux déterminations de l'heure a été de nouveau 18 jours au mois de Décembre.

Nous nous sommes occupés de l'installation pendant la période du brouillard d'un poste d'observation à Chaumont pourvu d'appareils permettant de transmettre les observations au moyen des ondes hertziennes sur le chronographe de l'Observatoire. Mais le prix des appareils et les frais d'installation sont trop élevés, ce qui nous a fait renoncer momentanément à l'exécution de ce projet.

L'éclipse de lune du 11 Avril a été observée pendant toute sa durée: en particulier, l'entrée des cratères principaux dans l'ombre de la terre ainsi que leur sortie.

La position de la comète 1903 C a été déterminée par rapport à des étoiles de comparaison en 14 nuits d'observation. Les résultats de ces observations ont été publiés dans les « Astronomische Nachrichten ».

Les observations de quelques intéressantes étoiles variables au moyen d'un photomètre à coin de Töpfer ont été continuées, de même que les observations des occultations d'étoiles par la lune.

De nombreuses demandes de renseignements se rapportant à des observations météorologiques et faites par des particuliers ou par des personnes ayant des procès devant les tribunaux, m'ont suggéré l'idée

de publier nos observations météorologiques dans le bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Je prie la Commission de vouloir bien préavisser favorablement en vue d'obtenir une subvention pour l'impression de ces observations.

La bibliothèque s'est accrue en 1903 de 130 ouvrages et brochures; elle a fait, entre autre, l'acquisition de la carte du ciel d'Argelander et de Schœnfeld ainsi que de quelques catalogues importants d'étoiles.

En ce qui concerne le

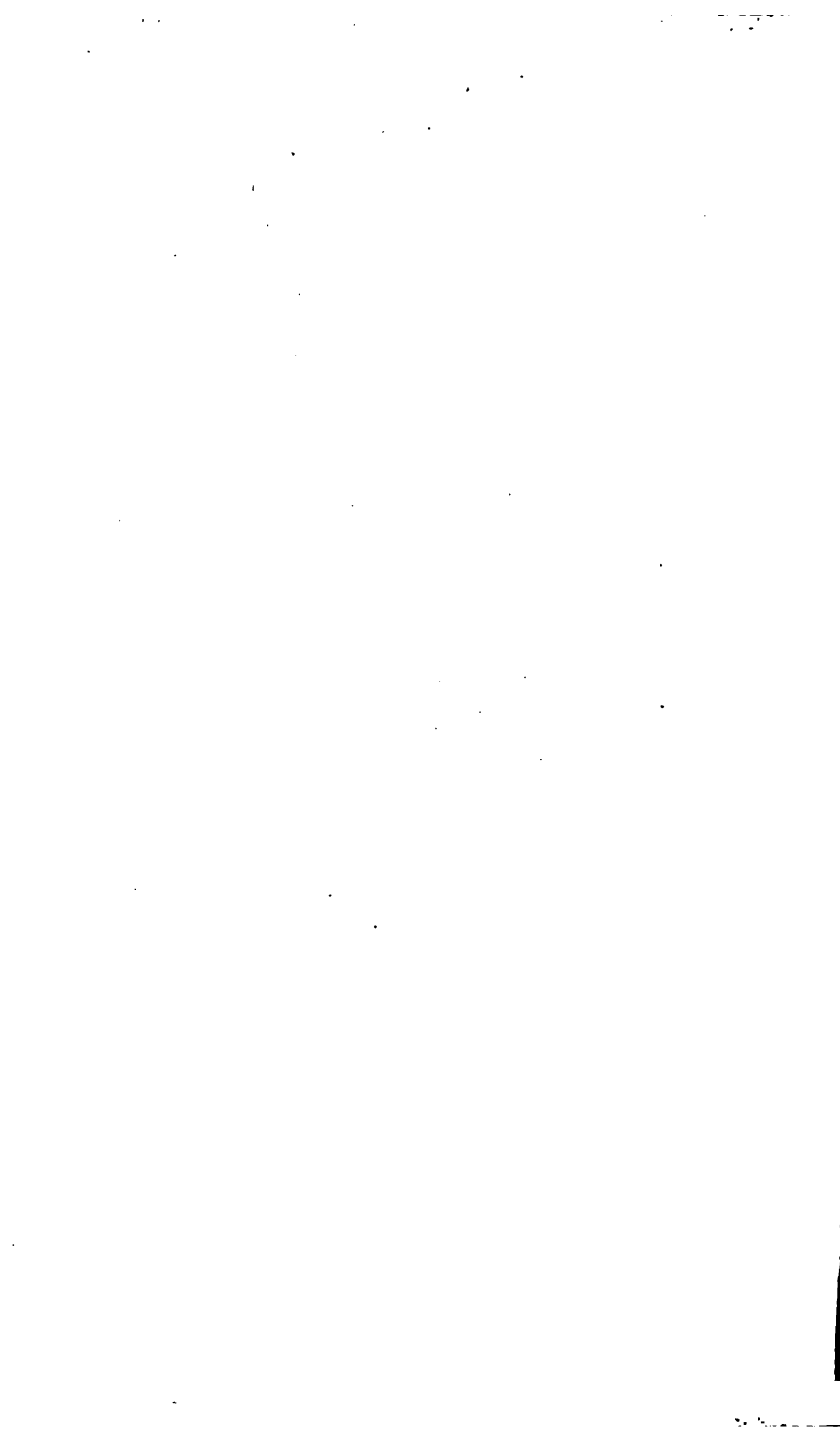
Personnel

de l'Observatoire il n'y a pas de changement à signaler.

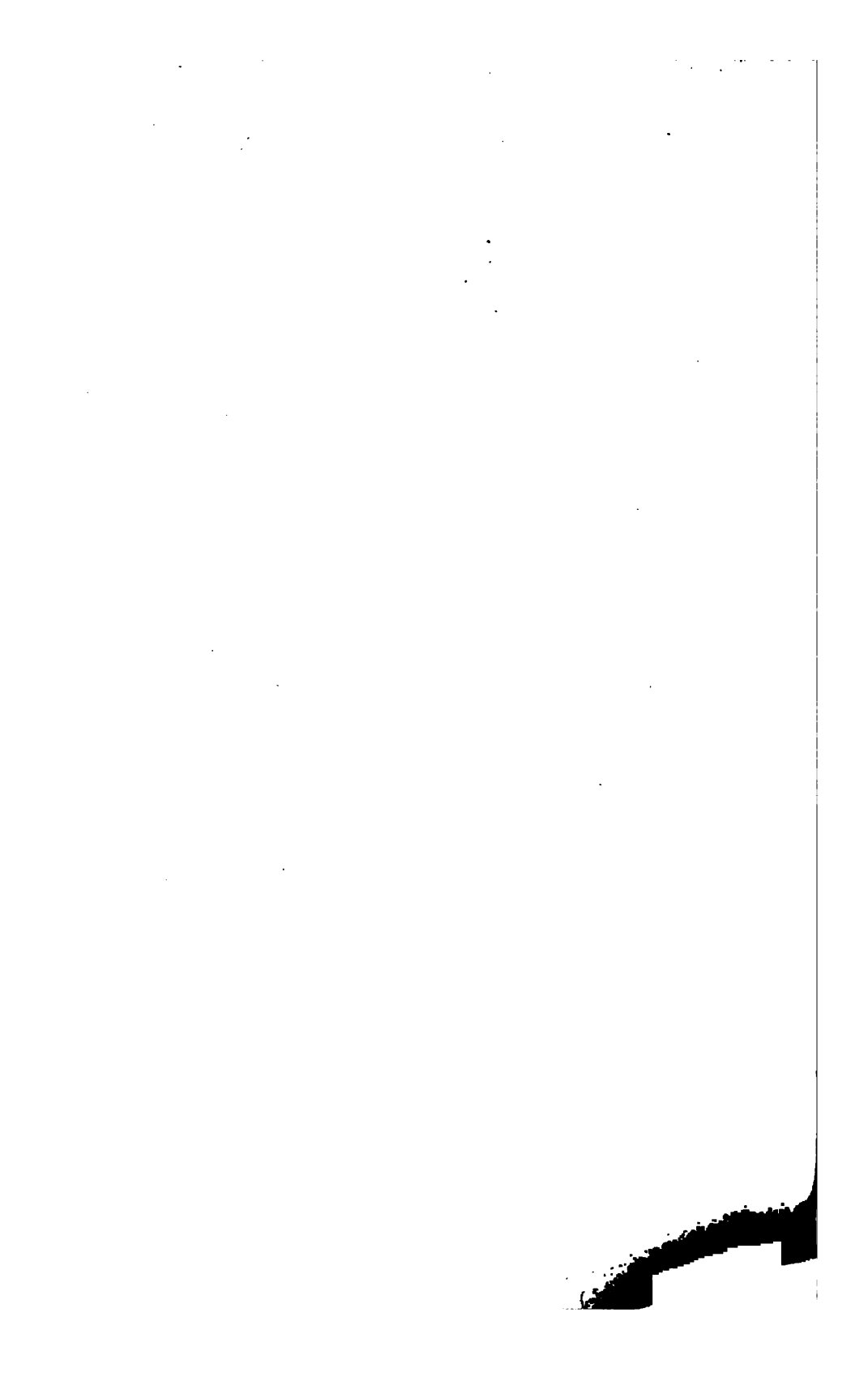
Neuchâtel, avril 1904.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal:

Dr L. Arndt.







RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL

AU
Département de l'Industrie et de l'Agriculture

SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS
PENDANT L'ANNÉE 1903



LA CHAUX-DE-FONDS
E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE
1904

RAPPORT
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS EN 1903

A
L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT

J'ai l'honneur de vous présenter le rapport annuel sur le concours des chronomètres observés pendant l'exercice 1903.

L'année écoulée est la seconde depuis que le nouveau règlement est entré en vigueur.

Les expériences que nous avons pu faire pendant ce court laps de temps, ne sont pas encore suffisantes pour qu'il soit possible de se prononcer déjà maintenant d'une manière définitive sur ses parties faibles; les dispositions générales, la division des observations en périodes égales ainsi que la durée des épreuves répondent aux vœux des intéressés. Quant au mode de classement des chronomètres, les opinions

sont encore partagées, surtout en ce qui concerne la valeur relative avec laquelle les différents éléments du réglage entrent dans la formule de classement.

Le nombre des chronomètres présentés en 1903 a encore diminué par rapport aux années précédentes; ce nombre est de 204, le plus faible depuis vingt-deux ans. Ce sont surtout les chronomètres de poche pour les épreuves de III^me classe qui ont fait défaut. Cette diminution me paraît avoir pour cause une interprétation erronée des dispositions dites *transitoires* du nouveau règlement, qui fixent les conditions d'observation de cette catégorie de chronomètres. Il ne sera peut-être pas inutile de rendre les intéressés attentifs à ce que ces dispositions ne se rapportent pas au temps de transition entre l'ancien et le nouveau règlement. Dans notre dernier rapport nous avons eu l'occasion de rappeler que le nouveau règlement se base sur les vœux émis au Congrès international de chronométrie tenu à Paris en 1900. Dans ce congrès on avait proposé que les observatoires astronomiques ayant un service chronométrique permanent, ne devraient, pour ce qui concerne les chronomètres de poche, délivrer des bulletins de marche que pour deux classes d'épreuves.

En attendant l'uniformisation des règlements et l'organisation de ces deux classes d'épreuves, la commission du règlement a cru devoir maintenir à notre observatoire cantonal une troisième classe d'épreuves, analogue à celle qui subsiste encore dans d'autres observatoires, cela afin de répondre à la demande de quelques fabricants de notre canton. Ces dispositions transitoires resteront donc en vigueur

jusqu'à ce que les règlements pour l'observation des chronomètres aux différents observatoires soient uniformisés.

Parmi les 204 pièces déposées, il y en a 4 (2 %) qui ont été retirées par leur déposants avant la fin des épreuves et 50 (24,5 %) qui, n'ayant pas satisfait aux exigences du règlement, ont été retournées sans bulletins de marche. Le tableau statistique suivant montre qu'il n'a pas été enregistré un aussi grand nombre d'échecs depuis quatorze ans.

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1881	270	228	13 %
1882	306	234	20
1883	503	383	22
1884	346	269	19
1885	459	326	25
1886	324	237	24
1887	341	238	25
1888	346	262	19
1889	471	335	27
1890	290	201	23
1891	306	213	24
1892	300	219	18
1893	269	206	16
1894	247	194	15
1895	306	255	11
1896	529	413	18
1897	404	303	19
1898	469	389	10
1899	492	421	8
1900	409	346	11
1901	289	233	12
1902	246	184	23
1903	204	150	25

Examinons maintenant les causes qui ont occasionné le renvoi des 50 chronomètres.

Nous y trouvons d'abord:

15 pièces (contre 33 en 1902) dont la différence entre deux marches diurnes consécutives a dépassé la limite de $\pm 2^s$.

7 chronomètres dont la différence des marches au commencement et à la fin des épreuves était trop forte.

1 chronomètre dont la marche moyenne s'éloignait du temps moyen de plus de $\pm 8^s,0$.

Le reste des chronomètres c'est-à-dire :

27 pièces (contre 5 en 1902) donc plus de la moitié des chronomètres échoués n'étaient pas suffisamment compensés.

Comme nous reviendrons encore plus loin sur la question de la compensation, nous nous bornerons ici à examiner si les conditions que le règlement pose par rapport à la compensation des chronomètres, ne sont peut-être pas trop sévères.

En ce qui concerne le coefficient thermique, critère de la compensation, le nouveau règlement prévoit, pour obtenir un bulletin de marche, la limite $\pm 0^s,15$ pour les épreuves de I^{re} classe et $\pm 0^s,25$ pour les épreuves de II^{me} classe, ou, en d'autres termes, le règlement admet une différence entre les marches au chaud et au froid allant jusqu'à $\pm 4^s,2$ respectivement $\pm 7^s,0$.

Ces chiffres il est vrai, sont beaucoup plus faibles que la limite prévue par l'ancien règlement qui admettait $\pm 15^s$ pour cette différence, mais si l'on tient compte du fait que la concordance des marches diurnes d'un chronomètre aux températures extrêmes dépend essentiellement de l'habileté du régleur, il est permis de dire que l'échec de ces chronomètres est dû, en grande partie, à leur réglage imparfait.

Nous avons réuni les chiffres concernant les chronomètres échoués dans le tableau suivant qui indique en même temps la répartition des échecs aux différentes classes d'épreuves.

	Nombre de chronomètres					Total en	
	de		de poche ayant été soumis aux épreuves de			1903	1902
	marine	bord	I ^e Cl.	II ^e Cl.	III ^e Cl.		
Variation diurne > 2 ^s	—	1	2	5	7	15	33
Reprise de marche, trop forte	1	1	4	1	—	7	8
Marche diurne, trop forte	—	—	—	—	1	1	3
Compensat. insuffisante	2	—	8	17	—	27	5
Total en 1903	3	2	14	23	8	50	49
» » 1902	3	3	10	23	17	—	56

Quant aux lieux de provenance, les chronomètres déposés, en faisant abstraction de deux pièces de marine d'une maison française (MM. Leroy & C^{ie} à Paris-Besançon) se répartissent pour les différentes localités de la manière suivante:

<i>Le Locle</i>	a envoyé	69 chronom.	= 34,3%
<i>La Chaux-de-Fonds</i>	>	32	> = 15,8 >
<i>Neuchâtel</i>	>	10	> = 4,9 >
<i>Les Ponts</i>	>	5	> = 2,5 >
<i>Les Brenets</i>	>	3	> = 1,5 >
<i>Fleurier</i>	>	2	> = 1,0 >
Canton de Neuchâtel		121 chronom.	= 60,0%

<i>Biemme</i>	a envoyé	34	chronom. = 16,8%
<i>Schaffhouse</i>	>	23	> = 11,4 >
<i>St-Imier</i>	>	13	> = 6,4 >
<i>Delémont</i>	>	5	> = 2,4 >
<i>Ste-Croix</i>	>	4	> = 2,0 >
<i>Porrentruy</i>	>	1	> = 0,5 >
<i>Tavannes</i>	>	1	> = 0,5 >
Autres cantons		81	chronom. = 40,0%

D'après ce tableau nous constatons que le canton de Neuchâtel n'est représenté que pour 60%, tandis que les autres cantons par 40% de l'ensemble des chronomètres inscrits pour l'obtention d'un bulletin de marche. Les deux localités Le Locle et La Chaux-de-Fonds sont représentées cette fois-ci par 50%; en 1902 et 1901 ce chiffre était 84%. Dans les années précédentes le nombre des chronomètres déposés par des personnes domiciliées hors du canton de Neuchâtel était de beaucoup inférieur.

Passons maintenant à l'examen des chronomètres ayant obtenu des bulletins de marche. Ceux-ci se répartissent dans les différentes classes comme suit:

	1903	1902	1888-1901
Chronomètres de marine	17=11,3%	5,4%	2,4%
> bord	4= 2,7	23,9	17,4
> poche			
ayant subi les épreuves de I ^{re} classe	20=13,3	44,0	31,8
II ^e classe	72=48,0		
III ^e classe	37=24,7		
		26,7	48,4

On voit d'après ce tableau que le nombre des chronomètres de marine a augmenté d'une manière

réjouissante; espérons que ce fait ne sera pas passager, mais que la fabrication de ces pièces restera un élément principal dans notre industrie nationale.

Le nombre des chronomètres de poche ayant subi les épreuves de II^me classe a aussi augmenté, par contre le nombre des chronomètres ayant subi les épreuves de III^me classe s'est réduit de nouveau à un chiffre qui reste de beaucoup en dessous de la moyenne habituelle. Nous avons déjà mentionné la cause probable de cette diminution.

En ce qui concerne les quatre critères principaux de la régularité des marches diurnes des chronomètres, nous commençons par l'examen de *l'écart moyen de la marche diurne*; nous trouvons pour cet élément les moyennes suivantes:

	1903	1902
	±	±
Chronomètres de marine	0 ^s ,10	0 ^s ,12
» » bord	0,24	0,21
» » poche, ayant subi les épreuves de I ^e classe	0,31	0,26
II ^e classe	0,28	0,30

La moyenne générale de *l'écart moyen* est de $\pm 0^s,254$, le même chiffre que l'année dernière.

Quant aux chronomètres ayant subi les épreuves de III^me classe, nous ne calculons pas l'écart de la marche diurne; le règlement a conservé pour cette catégorie de chronomètres la variation diurne; en 1903 la valeur moyenne de cet élément était de $\pm 0^s,72$.

Le second critère est *l'écart moyen correspondant à un changement de position*; il exprime par un seul chiffre les variations des marches diurnes des chronomètres dans les différentes positions.

La moyenne de cet écart est pour les

	1903	1902
Chronomètres de bord	$\pm 1^s,00$	$\pm 0^s,75$
» » poche ayant subi		
les épreuves de I ^e classe	1,04	1,11
Moyenne	1,04	0,95

Quant aux détails des variations des marches moyennes d'une position à l'autre, nous les réunissons dans le tableau suivant:

	Nombre	Variations des marches moyennes du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
Chronom. de bord . .	4	^s 0,62	^s 2,06	^s 1,10	^s 1,37	^s 5,15
» de I ^e classe	20	1,49	1,36	1,61	1,73	6,19
Moyenne de l'année 1903	24	1,35	1,47	1,52	1,67	6,01
Moyenne de l'année 1902	38	1,14	1,63	1,57	1,19	5,53
» » 1901	34	1,30	1,36	2,06	1,07	5,79
» » 1900	60	1,51	2,52	2,45	1,92	8,40
» » 1899	143	1,73	2,20	2,58	1,65	8,16

La somme des quatre variations est cette année-ci un peu plus forte que les deux années précédentes, mais elle reste encore de beaucoup en dessous des sommes constatées dans les années antérieures.

Les chronomètres ayant subi les épreuves de II^{me} et de III^{me} classes ne sont observés que dans deux positions.

La variation des marches moyennes du plat au pendu est en moyenne $\pm 1^s,57$ respectivement $\pm 3^s,24$.

Examinons maintenant la compensation des chronomètres.

Suivant le règlement on exprime le degré avec lequel le régleur a réalisé la compensation des effets de la température sur les marches des chronomètres par deux chiffres: le *coefficient thermique* et l'*erreur moyenne de la compensation*.

La première quantité qui se calcule en tenant compte des marches du chronomètre aux températures de l'étuve et de la glacière et à la température intermédiaire, ne diffère pas beaucoup de la variation pour 1° C. entre les températures extrêmes de l'ancien règlement et se confond avec cette variation, si la température intermédiaire est équidistante des températures extrêmes.

La seconde quantité du critère de la compensation est la moyenne des résidus qui s'obtiennent en comparant les marches du chronomètre observées aux trois températures à celles calculées avec son coefficient thermique. Remarquons en passant que cette quantité n'est pas identique avec l'erreur moyenne employée dans la théorie des erreurs et qu'elle ne représente pas la quantité appelée *erreur secondaire* par les horlogers.

Nous avons réuni les moyennes du critère de la compensation des chronomètres ayant été soumis aux épreuves thermiques dans le tableau suivant:

	1903			1902		
	NOMBRE	Coeffic. thermiq.	Erreur moyenne de la compen.	NOMBRE	Coeffic. thermiq.	Erreur moyenne de la compen.
		$\frac{\pm}{s}$	$\frac{\pm}{s}$		$\frac{\pm}{s}$	$\frac{\pm}{s}$
Chronom. de marine . .	17	0,039	0,14	10	0,031	0,17
» bord . . .	4	0,020	0,24	17	0,047	0,33
» poche, ayant subi les épreuves de 1 ^e classe	20	0,061	0,39	21	0,059	0,45
» » 2 ^e »	72	0,074	0,91	37	0,107	0,85
Moyenne .	113	0,065	0,68	85	0,074	0,57

On voit que les moyennes de l'année passée ne diffèrent pas beaucoup de celles calculées pour l'exercice 1902.

Pour mieux comprendre la signification de ces chiffres nous avons rangé les chronomètres de poche par rapport à leur compensation en quatre groupes, qui sont représentés dans le tableau suivant par des exemples typiques choisis parmi les chronomètres observés en 1903; nous ajoutons à ce tableau les critères de la compensation suivant l'ancien et le nouveau règlement.

Températures (centigrades)	Marches observées				
	I	II	III	IVa	IVb
4° (glacière)	^s -1,4	^s -2,4	^s +0,1	^s +5,9	^s -4,3
intermédiaire (16° en moy.)	-1,4	-0,3	-2,7	+2,4	-4,1
32° (étuve)	-1,4	+3,9	+0,4	+2,7	-0,6
Coefficient thermique .	0,0	+0,22	+0,02	-0,11	+0,13
Erreur moy. de la comp.	0,0	±0,09	1,29	0,83	0,88
Ecart de proportionn. .	0,0	0,2	2,9	1,8	2,0

Le premier groupe comprend tous les chronomètres dont les marches aux températures extrêmes et à la température intermédiaire n'ont pas varié. La compensation de ces chronomètres est parfaite; leur coefficient thermique ainsi que la moyenne des résidus, ou, selon les termes du règlement, l'erreur moyenne de la compensation sont nuls.

Dans le second groupe on trouve les chronomètres qui avancent au froid et qui retardent au chaud, ou vice-versa, et dont les marches à la température intermédiaire sont telles qu'il y a proportionnalité entre les variations de la marche et celles de la température. Dans ce cas le coefficient thermique est très élevé, tandis que l'erreur moyenne de la compensation est nulle ou très faible.

Le troisième groupe comprend les chronomètres qui ne sont compensés que pour les températures extrêmes; les marches à la température intermédiaire s'écartent des marches aux températures extrêmes. Pour ce

groupe le coefficient thermique est nul ou très faible, mais l'erreur moyenne de la compensation est très forte.

Dans le quatrième groupe nous avons rangé les chronomètres qui sont compensés pour la température intermédiaire et pour une des températures extrêmes, soit pour le chaud (IV^a), soit pour le froid IV^b). Dans les deux cas de ce groupe le coefficient thermique ainsi que l'erreur moyenne de la compensation sont relativement forts.

D'après ce qui précède on voit que ces deux quantités qui, suivant notre règlement, constituent le critère de la compensation, donnent dans la limite de l'exactitude d'un chronomètre de poche une idée assez nette de l'état de la compensation de la pièce. Elles ne sont pas l'expression rigoureuse de l'influence de la température sur le spiral et le balancier, puisque d'autres causes peuvent encore produire un changement de marche pendant les épreuves thermiques.

Quant à la répartition des chronomètres de poche dans les quatre groupes nous établissons le tableau suivant:

	GROUPES			
	I	II	III	IV
Nombre de chronomètres ayant subi				
les épreuves de I ^e classe . . .	—	7	4	8
» II ^e » . . .	3	11	32	20
Total . .	3	18	36	28

Sept chronomètres avaient des marches très irrégulières aux trois températures, de sorte qu'il n'était pas possible de les ranger dans un des quatre groupes.

Pendant les épreuves thermiques proprement dites les chronomètres se trouvent dans la position horizontale. Mais comme on porte une montre dans la poche dans sa position verticale à une température plus ou moins élevée, le règlement prévoit pour les chronomètres de poche une observation à la température de 32° dans la position verticale.

Les résultats de ces observations sont très satisfaisants. Nous ne constatons presque pas de différence entre les variations des marches moyennes du plat au pendu à la température de la salle et celles à la température de 32°. Voici les chiffres que nous avons calculés : La variation des marches moyennes du plat au pendu à 32° est pour les chronomètres de poche ayant subi les épreuves de I^{re} classe de $\pm 1^s,67$ et pour les chronomètres ayant subi les épreuves de II^{me} classe de $\pm 1^s,58$ en moyenne, tandis que la variation des marches moyennes du plat au pendu à la température de la salle est de $\pm 1^s,49$ respectivement $\pm 1^s,57$.

Quant à la différence des marches avant et après l'épreuve thermique nous trouvons pour les chronomètres de la I^{re} classe le chiffre $\pm 0^s,96$ et pour ceux de la II^{me} classe le chiffre $\pm 0^s,76$.

Parmi ces chronomètres il y en avait 43 qui ont pris du retard après les épreuves thermiques, 45 qui avançaient et 4 qui avaient conservé la même marche avant et après ces épreuves.

Comme d'habitude nous réunissons dans un tableau comparatif les résultats que les chronomètres munis

de balanciers système Guillaume, ont donné en 1903. Remarquons d'abord que tous les chronomètres de marine, excepté celui de MM. Leroy & C^{ie} à Paris ainsi que les chronomètres de bord observés en 1903 ont eu des balanciers Guillaume, de sorte que, dans ces catégories de chronomètres, il n'y aura pas de comparaison possible avec les résultats donnés par les balanciers ordinaires.

	Nombre	Coefficient thermique	Erreur moyenne de la compensation	Ecart de proportionnalité	Reprise de marche après les épreuves therm.
Chronomètres de marine		$\pm$ s	$\pm$ s	$\pm$	$\pm$ s
Balancier Guillaume . .	16	0,039	0,13	—	0,40
» ordinaire . .	1	0,034	0,39	—	1,16
Chronomètres de bord					
Balancier Guillaume . .	4	0,020	0,24	—	0,69
» ordinaire . .	—	—	—	—	—
Chronomètres de poche 1^o Cl.				$\pm$ s	
Balancier Guillaume . .	13	0,061	0,37	0,85	0,56
» ordinaire . .	7	0,061	0,42	0,95	1,69
Chronomètres de poche 2^o Cl.					
Balancier Guillaume . .	14	0,054	0,21	0,46	0,64
» ordinaire . .	58	0,080	1,08	2,49	0,76

Dans notre dernier rapport nous avons relevé une divergence, incompréhensible au premier abord, dans la reprise de marche des chronomètres de marine et des chronomètres de bord munis de balanciers Guillaume. L'explication de cette divergence nous a été donnée par le fabricant des chronomètres lui-même.

Par suite d'un oubli de la part du fabricant trois chronomètres de marine et cinq chronomètres de bord ayant des balanciers Guillaume ont été inscrits comme étant munis de balanciers ordinaires.

Il nous reste encore à indiquer les chiffres exprimant la différence des marches au commencement et à la fin des observations; nous les réunissons dans le tableau suivant:

Reprise de marche

	±
Chronomètres de marine	0,45
> > bord	0,69
> > poche ayant subi les	
épreuves de I ^e classe	1,30
> > II ^e >	0,91

Nous terminons ces considérations détaillées en résumant les résultats des observations des chronomètres pendant l'exercice 1903 dans le tableau suivant:

Résumé général des moyennes

	Chronomètres de				
	Marine	Bord	Poche		
			ayant subi les épreuves de		
			I ^e Cl.	II ^e Cl.	III ^e Cl.
Nombre des chronomètres	17	4	20	72	37
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
Ecart moyen de la marche diurne	^s 0,101	^s 0,237	^s 0,307	^s 0,276	—
Coefficient thermique . .	0,039	0,020	0,061	0,074	—
Erreur moyenne de la compensation	0,14	0,24	0,39	0,91	—
Reprise de marche . . .	0,45	0,69	1,30	0,91	—
Ecart moyen correspon- dant à un changement de position	—	1,00	1,05	—	—
Variation des marches moyennes du plat au pendu	—	0,62	1,49	1,57	^s 3,24
Variation moyenne . . .	—	—	—	—	0,72

PROPOSITIONS

concernant

les prix à allouer aux meilleurs chronomètres

observés en 1903

Suivant le dernier alinéa de l'art. 20 du règlement pour les observations des chronomètres à l'Observatoire cantonal, les nombres de classement à partir desquels les chronomètres sont primés, ont été pour l'année 1903 fixés comme suit par arrêté du Conseil d'Etat du 30 Janvier 1903.

a) Prix de série entre fabricants	11,9
b) Chronomètres de marine	9,0
c) Chronomètres de bord	11,0
d) Chronomètres de poche 1 ^{re} classe	9,5
e) Chronomètres de poche 11 ^{me} classe	17,0
Prix de série entre régleurs	11,9

Parmi les fabricants dont les chronomètres participent au concours, il n'y en a, cette année, qu'un seul, Monsieur *Paul-D. Nardin* au *Locle* qui ait déposé plus de 6 chronomètres de bord et de poche 1^{re} classe. En calculant les nombres de classement des chronomètres de bord avec les coefficients établis pour les chronomètres de poche 1^{re} classe, nous trouvons pour les 6 meilleures pièces de cette série le chiffre 13,2

comme nombre de classement. Ce nombre est sensiblement supérieur à 11,9 mentionné plus haut. Monsieur *Paul-D. Nardin*, fabricant au *Locle*, a donc droit au premier prix de série entre fabricants.

Quant au concours des pièces isolées, qui ont été fabriquées, réglées et déposées par des personnes domiciliées dans le canton de Neuchâtel, je propose de délivrer :

	des premiers prix	des deuxièmes prix	des troisièmes prix
Aux chronom. ayant obtenu un nombre de classement chronom. de marine . . .	supérieur à	entre	entre
» bord	16,0	15,9 et 12,0	11,9 et 9,0
» poche I ^e cl. .	13,5	13,4 et 12,0	11,9 et 11,0
» » II ^e cl. .	12,0	11,9 et 10,6	10,5 et 9,5
	21,0	20,9 et 17,0	—

Ces chiffres sont, exceptés ceux qui concernent les chronomètres de marine, à peu près les mêmes que les nombres de classement proposés pour le concours de 1902. Suivant ce tableau il y aurait donc à délivrer :

Aux chronomètres de marine	5 premiers, 5 deuxièmes, 5 troisièmes prix
» » bord	— » 1 » — » »
» » poche I ^e classe	2 » 2 » 1 » »
» » poche II ^e »	5 » 3 »

En ce qui concerne les prix à délivrer aux régleurs pour le réglage des chronomètres primés, je propose, en tenant compte des conditions prévues par le règle-

ment et en me basant sur les principes adoptés pour la répartition des prix en 1902, de répartir la somme de *Frs. 300* comme suit:

Aux régleurs des chronomètres de marine	Frs.	189
» » » » bord	»	10
» » » » poche 1 ^e classe	»	57
» » » » poche 2 ^e »	»	44

J'ai indiqué les détails de la répartition proposée dans le tableau annexé.

Quant aux prix de série entre régleurs, les candidats qui y concourent, sont MM. H^{ri} Rosat et A. Bourquin, régleurs de la maison Paul-D. Nardin au Locle, et M. U. Wehrli de La Chaux-de-Fonds, actuellement à Genève.

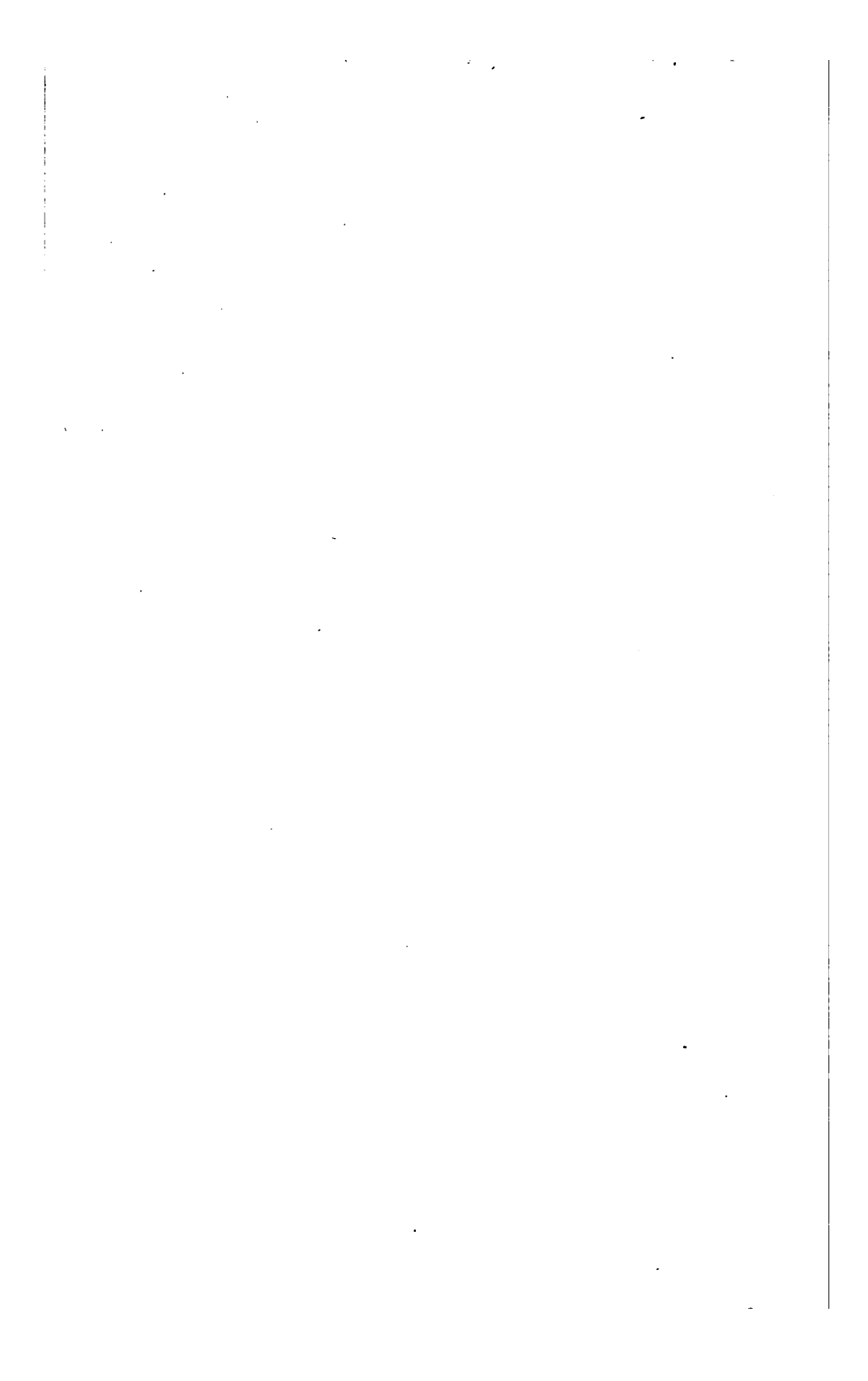
La moyenne respective des nombres de classement des *six meilleures* pièces réglées par eux, sont 13,2 et 7,4. Le nombre de classement admis pour ce concours étant 11,9, le premier prix de série entre régleurs doit être délivré à MM. H^{ri} Rosat et A. Bourquin au Locle.

Veuillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de mon dévouement respectueux.

Neuchâtel, février 1904.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal:

D^r L. Arndt.



LISTE DES PRIX PROPOSÉS

I. Prix aux fabricants

a) Premier prix de série

pour les six meilleurs chronomètres de bord et de poche I^e classe
à M. Paul-D. Nardin, au Locle, diplôme

b) Chronomètres de marine

Premiers prix

- | | | |
|----|---|-----|
| 1. | au N° 102 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, fr. | 200 |
| 2. | » 232 » » » | 120 |
| 3. | » 99 » » » | 100 |
| 4. | » 110 » » » | 100 |
| 5. | » 101 » » » | 80 |

Deuxièmes prix

- | | | |
|-----|---|--|
| 6. | au N° 103 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, diplôme | |
| 7. | » 100 » » » | |
| 8. | » 85/9585 » » » | |
| 9. | » 88/9588 » » » | |
| 10. | » 80/9580 » » » | |

Troisièmes prix

- | | | |
|-----|---|--|
| 11. | au N° 104 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, diplôme | |
| 12. | » 111 » » » | |
| 13. | » 91/9591 » » » | |
| 14. | » 87/9587 » » » | |
| 15. | » 117 » » » | |

c) Chronomètres de bord

Deuxième prix

1. au N° 10660 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, diplôme

d) Chronomètres de poche, 1^e classe

Premiers prix

1. au N° 10742 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, fr. 100
2. > 10658 > > > > 100

Deuxièmes prix

3. au N° 9462 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, diplôme
4. > 10743 > > > >

Troisième prix

5. au N° 552 de M. M. Wolfensberger, au Locle, diplôme

e) Chronomètres de poche, II^e classe

Premiers prix

1. au N° 324965 de MM. Georges Favre-Jacot
& Cie, au Locle, fr. 130
2. > 10420 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, > 80
3. > 10659 > > > > 80
4. > 984 > > > > 60
5. > 23654 de M. Charles Rosat, au Locle, > 50

Deuxièmes prix

6. au N° 23471 de M. Charles Rosat, au Locle, diplôme
7. > 220670 de M. M. Wolfensberger, au Locle, >
8. > 978 de Paul-D. Nardin, au Locle, >

PRIX AUX RÉGLEURS

pour le réglage des chronomètres primés

a) Premier prix de série

pour les six meilleurs chronomètres de bord et de poche 1^e classe
à MM. H. Rosat & A. Bourquin, au Locle.

b) Chronomètres de marine

1.	à MM. H. Rosat & A. Bourquin, au Locle,	fr.	22
2.	»	»	» 20
3.	»	»	» 18
4.	»	»	» 18
5.	»	»	» 16
6.	»	»	» 12
7.	»	»	» 10
8.	»	»	» 10
9.	»	»	» 10
10.	»	»	» 10
11.	»	»	» 9
12.	»	»	» 9
13.	»	»	» 9
14.	»	»	» 8
15.	»	»	» 8

c) Chronomètres de bord

1.	à MM. H. Rosat & A. Bourquin, au Locle	fr.	10
----	--	-----	----

d) Chronomètres de poche, 1^e classe

1.	à MM. H. Rosat & A. Bourquin, au Locle	fr.	14
2.	»	»	» 14
3.	»	»	» 10
4.	»	»	» 10
5.	à M. Charles Huguenin, au Locle	»	9

e) Chronomètres de poche, II^e classe

1. à M. Aug. Laberty, au Locle	fr. 10
2. à MM. H. Rosat & A. Bourquin, au Locle	8
3. » » » » »	8
4. à MM. H. Rosat & H. Gerber, au Locle	5
5. à M. Charles Rosat, au Locle	4
6. » » » » »	3
7. à M. H. Gerber, au Locle	3
8. à MM. H. Rosat & H. Gerber, au Locle	3

Neuchâtel, le 11 janvier 1904.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal:

Dr L. Arndt.

Proposition concernant les nombres de classement à partir desquels les chronomètres sont primés en 1904:

a) Prix de série entre fabricants	11,9
b) Chronomètres de marine	11,0
c) Chronomètres de bord	11,0
d) Chronomètres de poche I ^e classe	9,5
e) Chronomètres de poche II ^e classe	17,0
Prix de série entre régleurs	11,9

+0,00	»	»	
-0,03			3 ^m e Prix.
-0,05			
+0,06	balancier Guillaume		
0,00	»	»	
-0,05	»	»	
-0,07	»	»	
0,00			
-0,07			
+0,07	»	»	
-0,15	on-magnétique, balancier Guillaume.		
-0,06	chappem ^t et balanc. anti-magnétique.		
-0,13			
0,00	balancier Guillaume.		
+0,14			



0,00	balancier Guillaume	1 ^{er} Prix.
-0,03	» »	»
+0,13	» »	2 ^{me} Prix.
-0,04	» »	»
-0,08	» »	
+0,06	» »	
-0,03		3 ^{me} Prix.

balancier Guillaume

» »

» »

» »

» »

-magnétique, balancier Guillaume.
appem^t et balanc. anti-magnétique.

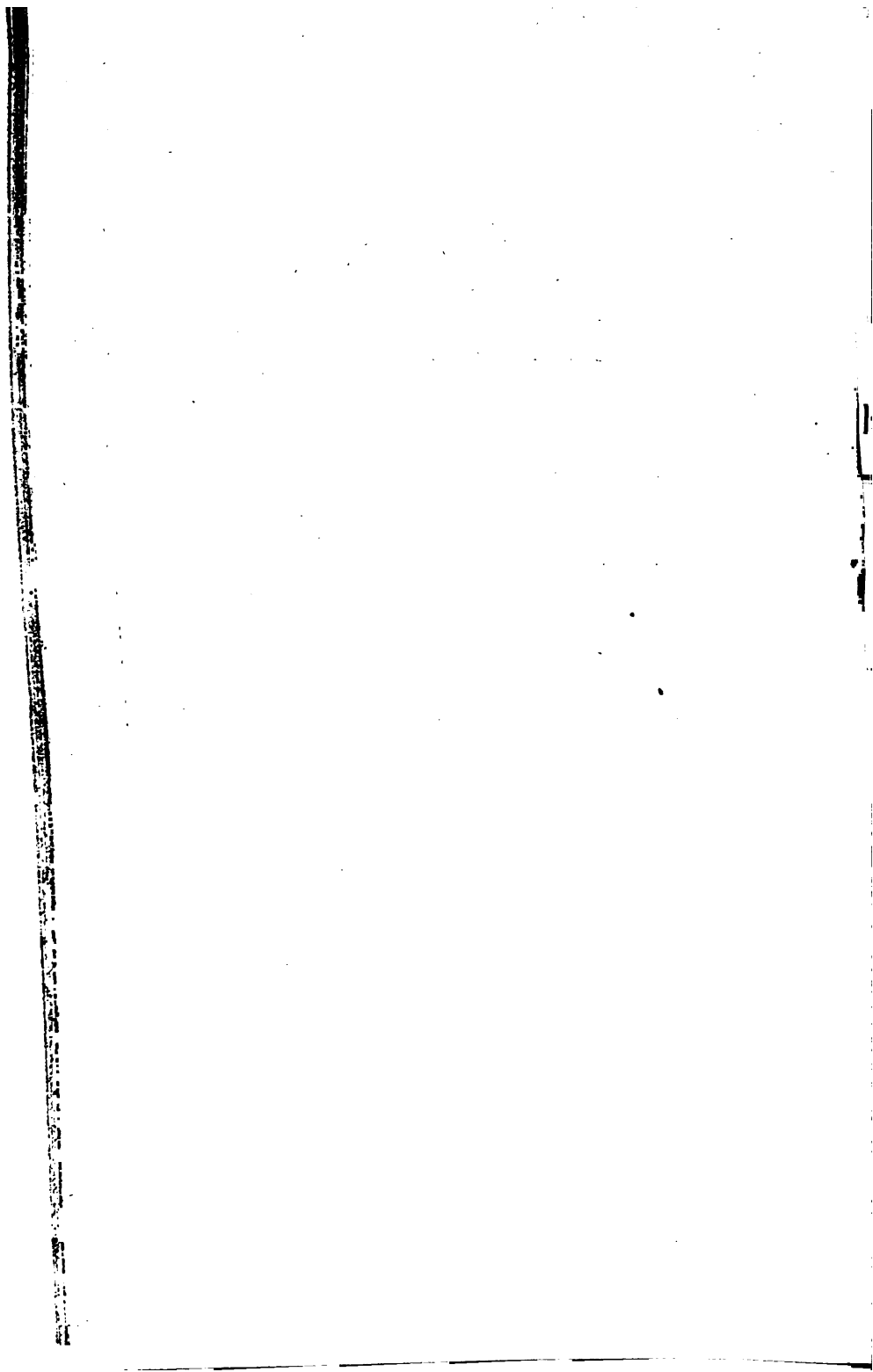
ancier Guillaume.



HE a

TABLEAU III.

Coefficient thermique C	REMARQUES
0,00 ^s	balancier Guillaume 1 ^{er} Prix.
—0,03	» » »
+0,13	» » 2 ^{me} Prix.
—0,04	» » »
—0,08	» » »
+0,06	» » »
—0,03	3 ^{me} Prix.
—0,05	balancier Guillaume
+0,06	» »
0,00	
—0,05	» »
—0,07	» »
0,00	
—0,07	
+0,07	» »
—0,15	on-magnétique, balancier Guillaume.
—0,06	chappem ^t et balanc. anti-magnétique.
—0,13	
0,00	balancier Guillaume.
+0,14	



HE ay

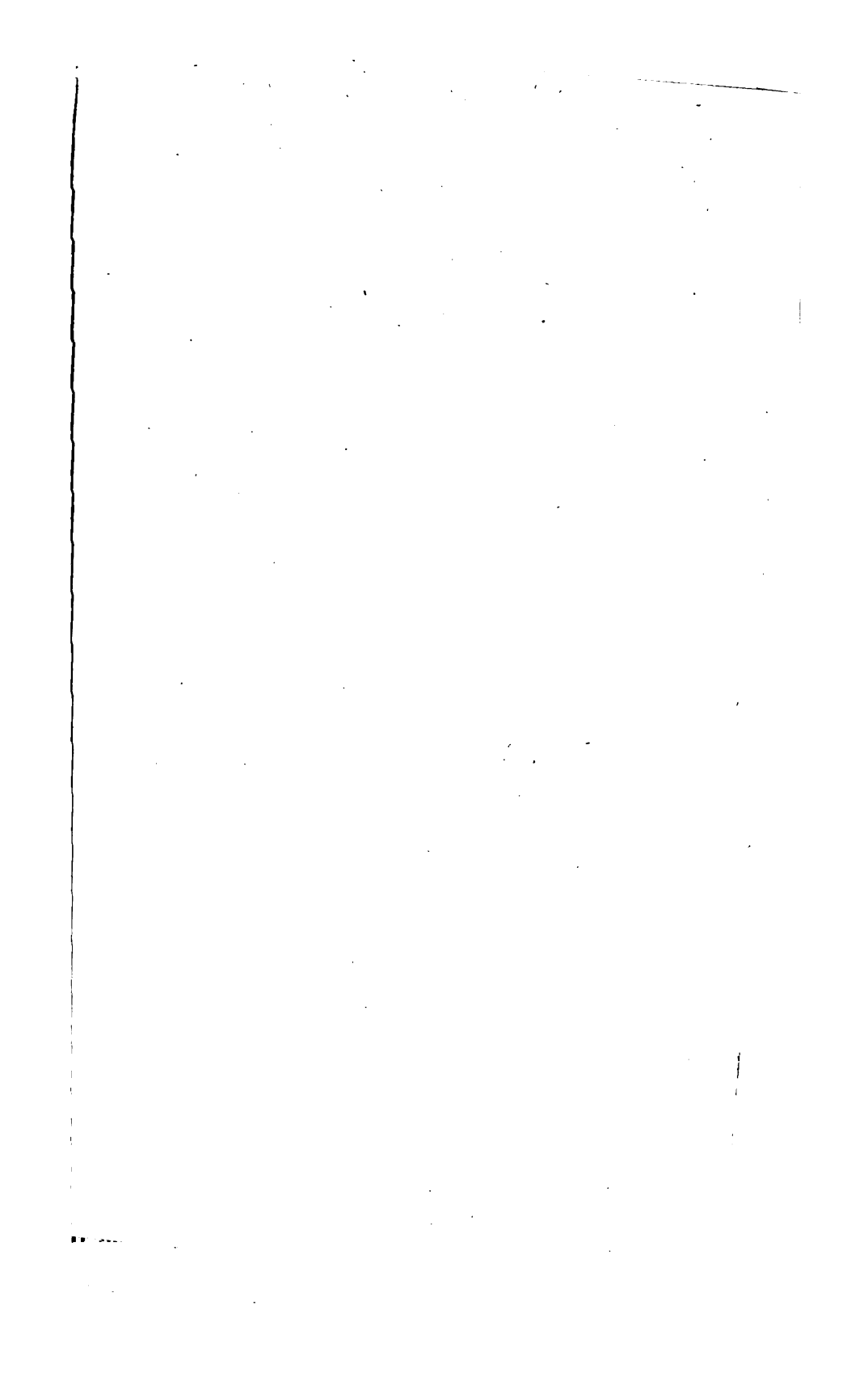
TABLEAU III.

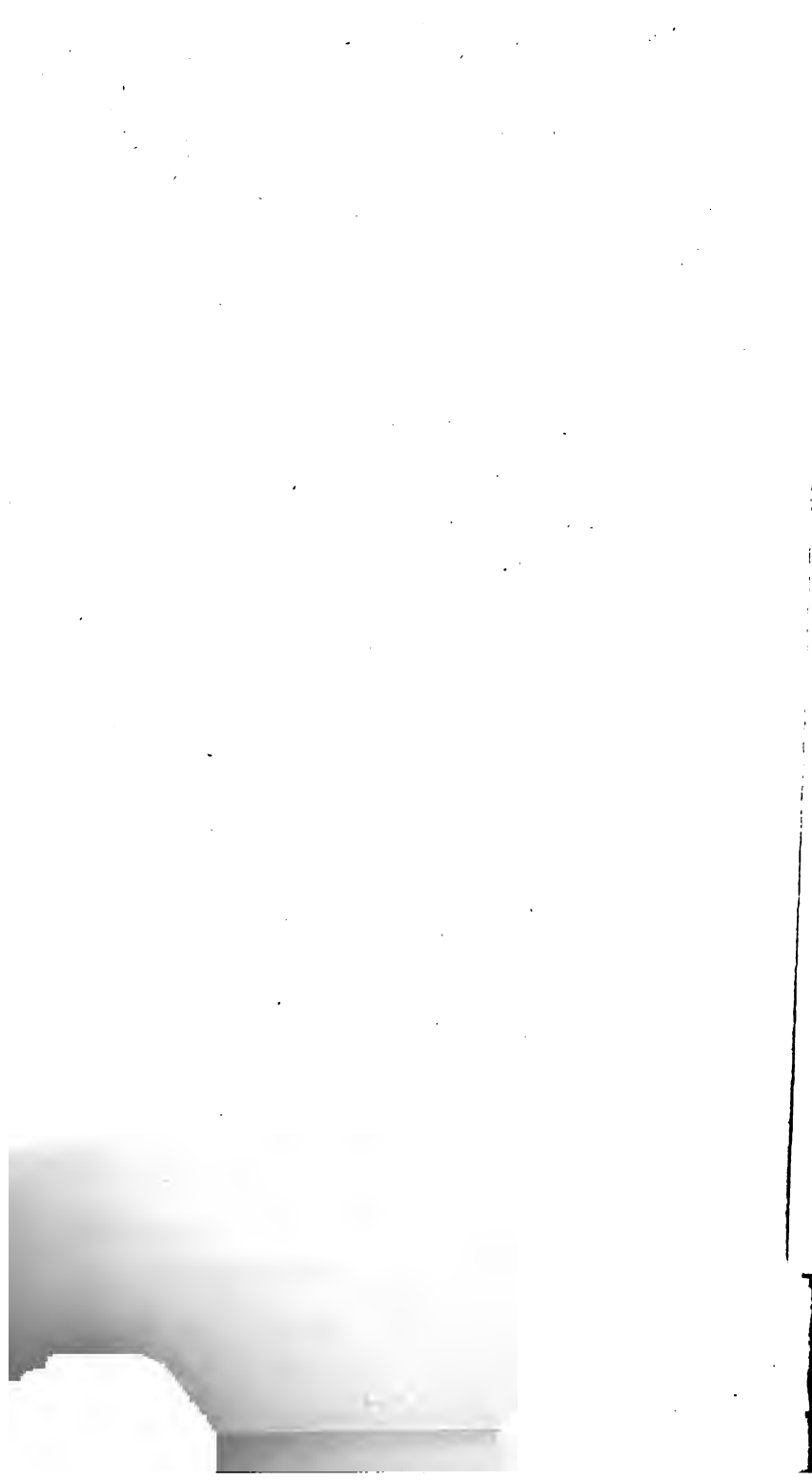
Coefficient
thermique

REMARQUES

0,00			
-0,03	balancier Guillaume		
+0,13	»	»	1 ^{er} Prix.
-0,04	»	»	»
-0,08	»	»	2 ^{me} Prix.
+0,06	»	»	»
-0,03	»	»	
-0,05			
+0,06	balancier Guillaume		3 ^{me} Prix.
0,00	»	»	
-0,05	»	»	
-0,07	»	»	
0,00	»	»	
-0,07	»	»	
+0,07	»	»	
-0,15	»	»	
-0,06	on-magnétique, balancier Guillaume.		
-0,13	chappem ^t et balanc. anti-magnétique.		
0,00			
+0,14	balancier Guillaume.		

1875





L

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

ANNEXE

AU

RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHÂTEL

POUR L'ANNÉE 1904

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES

EN 1903 ET 1904

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ

1905

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES

A L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHÂTEL

PUBLIÉES PAR LE

D^r L. ARNDT, directeur de l'Observatoire



Les pages suivantes contiennent les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Neuchâtel pendant les années 1903 et 1904 ainsi que leurs résumés. Elles forment la suite d'une publication que nous avons commencée l'année passée.

A titre de comparaison, nous ajoutons, comme précédemment, les résumés des observations météorologiques faites à Chaumont, Cernier, La Chaux-de-Fonds et à La Brévine et les résultats des observations pluviométriques de 16 stations réparties sur le territoire de notre canton. Les résumés de ces stations ont été calculés par le Bureau météorologique central, à Zurich, et mis à notre disposition par l'amabilité de son directeur.

Nos instruments météorologiques ainsi que nos observations n'ont pas subi de modifications pendant les deux dernières années. Les observations se font, comme d'habitude, à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir, temps moyen de l'Observatoire. Les indications d'heure sur les pages « Remarques » sont aussi faites en temps moyen qui retarde de 32^m 10^s sur l'heure de l'Europe centrale.

La correction pour réduire la pression atmosphérique de Neuchâtel à la pesanteur normale est de +0,06^{mm}; celle-ci n'est pas appliquée dans les tableaux. Il en est de même pour les autres stations.

Température

Le tableau suivant fournit les valeurs moyennes mensuelles et annuelles des températures. Elles ont été calculées d'après la formule $\frac{1}{4} (7 \text{ h.} + 1 \text{ h.} + 2 \times 9 \text{ h.})$.

TEMPÉRATURE MOYENNE

	Neuchâtel	Chamont	Cernier	La Chaux-de-Fonds	La Brévine
ALTITUDE	488 m.	1128 m.	800 m.	990 m.	1080 m.
1903	o	o	o	o	o
Janvier	- 0.7	- 0.7	- 1.0	- 1.6	- 3.5
Février	2.6	1.5	1.7	0.4	- 0.8
Mars.	5.9	2.3	3.8	2.8	1.1
Avril	5.4	0.4	3.0	1.9	0.3
Mai	13.2	8.9	11.2	9.9	8.2
Juin	15.3	10.6	13.0	11.4	10.1
Juillet	17.4	12.7	15.1	14.1	12.6
Août.	17.3	13.3	14.8	14.1	12.7
Septembre	14.9	11.2	12.8	11.8	10.4
Octobre	10.3	6.8	8.4	7.9	7.0
Novembre	4.5	1.0	2.6	1.6	0.5
Décembre	- 0.5	- 2.2	- 2.9	- 2.6	- 3.1
Année	8.8	5.4	6.9	6.0	4.6
1904					
Janvier.	- 0.9	- 2.4	- 3.3	- 3.8	- 6.3
Février	2.1	- 2.3	- 0.1	- 1.1	- 2.2
Mars.	4.2	0.7	2.5	1.4	0.0
Avril	10.4	5.8	8.4	6.9	5.5
Mai	14.3	10.4	12.0	11.0	9.8
Juin	17.5	13.4	15.4	14.0	12.4
Juillet	22.0	17.5	19.0	17.9	15.8
Août.	19.5	14.9	16.7	15.0	13.7
Septembre	12.9	8.1	10.7	9.6	8.2
Octobre	9.3	6.1	7.8	6.9	5.6
Novembre	3.7	1.5	2.1	1.1	0.0
Décembre	1.8	- 0.8	- 0.3	- 1.1	- 3.1
Année	9.7	6.1	7.6	6.5	4.9

Réunies par saisons, nous trouvons les valeurs suivantes :

	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE
1903	Déc., janv., fevr.	Mars, avril, mai	Juin, juill., août	Sept., octob., nov.
Neuchâtel	0.6	8.2	16.7	9.9
Chaumont	—0.3	3.9	12.2	6.3
Cernier	—0.4	6.0	14.3	7.9
La Chaux-de-Fonds	—1.0	4.9	13.2	7.1
La Brévine	—2.4	3.2	11.8	6.0
1904				
Neuchâtel	0.2	9.6	19.6	8.6
Chaumont	—2.3	5.6	15.3	5.2
Cernier	—2.1	7.6	17.0	6.9
La Chaux-de-Fonds	—2.5	6.4	15.6	5.9
La Brévine	—3.9	5.1	14.0	4.6

En ce qui concerne les températures extrêmes, on a observé le *maximum absolu*

EN 1903

A Neuchâtel	30.8	le 29 juin
Chaumont	28.6	»
Cernier	26.3	»
La Chaux-de-Fonds	26.5	le 4 septembre
La Brévine	24.2	»

EN 1904

A Neuchâtel	34.0	le 17 juillet
Chaumont	27.2	10 »
Cernier	30.5	17 »
La Chaux-de-Fonds	27.7	17 »
La Brévine	25.9	17 »

Le *minimum absolu* a été observé

EN 1903

A Neuchâtel	— 8.9	le 17 janvier
Chaumont	—15.0	»
Cernier	—12.0	»
La Chaux-de-Fonds	—16.3	»
La Brévine	—21.8	16 janvier

EN 1904

A Neuchâtel . . .	— 7.5	le 27 février
Chaumont . . .	— 10.5	1 ^{er} mars
Cernier . . .	— 10.8	5 janvier et le 27 février
La Chaux-de-Fonds	— 16.4	27 février
La Brévine . . .	— 21.4	26 janvier

Durée d'insolation

Les tableaux suivants donnent la durée d'insolation enregistrée par l'héliographe « Campbell-Stokes ».

Pour les saisons nous trouvons :

	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE
1903	Heures	Heures	Heures	Heures
Neuchâtel. . . .	112.9	474.7	632.7	262.7
La Chaux-de-Fonds.	234.5	415.2	545.8	325.4
1904				
Neuchâtel. . . .	51.0	399.2	820.2	232.7
La Chaux-de-Fonds.	129.0	388.7	725.4	318.7

Neuchâtel (Observatoire) — Nombre de jours avec une durée d'insolation

1903	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novemb.	Décemb.	Année
De moins de 30 minutes	27	11	6	7	3	5	2	2	5	9	23	31	131
de 1 heure	—	2	2	5	2	4	4	2	2	4	5	—	32
» 2 heures	1	2	3	3	—	1	1	1	3	3	—	—	18
» 3 »	1	2	2	3	1	1	3	—	1	2	2	—	18
» 4 »	—	1	2	1	—	—	2	3	1	3	—	—	13
» 5 »	1	1	4	3	1	3	1	2	2	1	—	—	19
» 6 »	—	3	2	4	3	5	1	1	4	4	—	—	27
» 7 »	1	—	3	2	2	—	3	2	3	1	—	—	17
» 8 »	—	5	3	—	2	3	1	1	2	1	—	—	18
» 9 »	—	1	4	1	5	—	3	—	2	3	—	—	19
» 10 »	—	—	—	1	3	1	—	2	4	—	—	—	11
» 11 »	—	—	—	—	2	2	3	4	—	—	—	—	11
» 12 »	—	—	—	—	5	1	2	7	1	—	—	—	16
» 13 »	—	—	—	—	2	3	5	4	—	—	—	—	14
» 14 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
1904													
De moins de 30 minutes	29	17	12	10	3	6	1	3	4	15	18	29	147
de 1 heure	—	2	2	3	3	3	—	1	3	2	2	1	22
» 2 heures	—	—	6	1	1	—	2	—	8	3	3	—	24
» 3 »	2	3	2	2	1	—	—	1	2	—	—	—	13
» 4 »	—	3	1	4	3	—	1	1	—	6	1	1	21
» 5 »	—	3	2	1	2	—	—	—	2	2	1	—	13
» 6 »	—	—	—	2	1	—	1	1	3	1	3	—	12
» 7 »	—	—	2	1	4	1	1	—	1	1	2	—	13
» 8 »	—	1	3	1	2	3	2	2	2	1	—	—	17
» 9 »	—	—	1	—	1	2	1	5	3	—	—	—	13
» 10 »	—	—	—	2	2	2	2	2	2	—	—	—	12
» 11 »	—	—	—	3	—	3	5	9	—	—	—	—	20
» 12 »	—	—	—	—	6	4	3	3	—	—	—	—	16
» 13 »	—	—	—	—	2	1	8	3	—	—	—	—	14
» 14 »	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	8
» 15 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1

DURÉE MOYENNE HORAIRE D'INSOLATION

1903 - NIUCHATEL (Observatoire)

MOIS	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	Somme
Janvier.	—	—	—	—	0.02	0.05	0.08	0.08	0.09	0.12	0.10	0.02	—	—	—	—	17.5
Février.	—	—	—	0.01	.31	.42	.46	.44	.41	.40	.40	.24	0.20	—	—	—	87.85
Mars.	—	—	—	.10	.40	.49	.55	.61	.61	.58	.48	.42	.15	—	—	—	136.1
Avril.	—	—	0.03	.17	.26	.29	.38	.39	.41	.35	.38	.34	.24	0.08	—	—	99.5
Mai.	—	0.05	0.49	.61	.65	.68	.71	.71	.75	.71	.70	.60	.56	.42	0.05	—	239.05
Juin.	—	.15	.36	.44	.43	.54	.55	.59	.52	.48	.47	.43	.40	.28	.10	—	171.7
Juillet.	—	.14	.50	.51	.56	.57	.55	.62	.68	.57	.66	.60	.49	.48	.17	—	210.55
Août.	—	.10	.52	.67	.69	.65	.72	.74	.73	.69	.66	.60	.49	.48	.17	—	250.5
Septemb.	—	—	.05	.25	.33	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.03	—	—	153.75
Octobre.	—	—	—	.09	.24	.32	.35	.45	.39	.46	.47	.31	.09	—	—	—	97.7
Novembre	—	—	—	—	—	.04	.07	.10	.08	.07	.02	—	—	—	—	—	11.2
Décembre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0
Moyenne.	—	0.01	0.16	0.24	0.32	0.37	0.41	0.45	0.45	0.43	0.40	0.34	0.25	0.15	0.04	—	1475.4

1904

MOIS	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	Somme
Janvier.	—	—	—	—	—	0.01	0.06	0.06	0.04	0.04	—	—	—	—	—	—	6.6
Février.	—	—	—	—	0.11	.27	.27	.27	.24	.15	.12	0.07	0.02	—	—	—	44.4
Mars.	—	—	—	0.05	.18	.30	.39	.36	.36	.35	.24	.24	.10	—	—	—	79.55
Avril.	—	—	0.10	.28	.35	.36	.41	.44	.44	.39	.39	.32	.24	0.10	—	—	112.45
Mai.	—	0.14	.43	.54	.58	.64	.64	.63	.65	.58	.50	.46	.35	.38	0.17	—	207.25
Juin.	0.03	.44	.57	.65	.62	.65	.64	.64	.70	.67	.66	.56	.43	.39	.27	0.01	236.15
Juillet.	0.10	.52	.77	.78	.84	.89	.82	.76	.79	.72	.75	.65	.71	.67	.44	—	314.1
Août.	—	.18	.62	.67	.75	.77	.74	.78	.79	.75	.70	.70	.60	.51	.13	—	269.95
Septemb.	—	—	.03	.21	.33	.41	.45	.51	.52	.57	.46	.31	.21	.02	—	—	120.35
Octobre.	—	—	—	.08	.16	.20	.20	.18	.30	.31	.24	.26	.09	.01	—	—	63.5
Novembre	—	—	—	—	.11	.19	.22	.25	.31	.29	.20	.06	—	—	—	—	48.8
Décembre	—	—	—	—	—	.02	.06	.04	.06	.03	—	—	—	—	—	—	6.45
Moyenne.	0.01	0.11	0.21	0.27	0.31	0.39	0.41	0.41	0.43	0.40	0.36	0.30	0.23	0.17	0.08	—	1509.10
1902 - 04.	0.00	0.07	0.15	0.21	0.28	0.34	0.38	0.41	0.43	0.40	0.37	0.31	0.21	0.16	0.07	0.00	—

DURÉE MOYENNE HORAIRE D'INSOLATION

1903 — LA CHAUX-DE-FONDS

Mois	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	Somme - II.
Janvier.	—	—	—	—	0.01	0.16	0.36	0.34	0.42	0.44	0.35	0.11	—	—	—	—	67.7
Février.	—	—	—	0.02	.28	.44	.59	.56	.55	.52	.55	.42	0.06	—	—	—	112.0
Mars.	—	—	—	.10	.34	.49	.54	.60	.59	.56	.56	.48	.24	—	—	—	139.8
Avril.	—	—	0.04	.08	.19	.15	.20	.25	.35	.32	.24	.24	.17	0.07	—	—	68.9
Mai.	—	0.10	.44	.58	.57	.54	.54	.59	.64	.59	.56	.54	.46	.41	0.09	—	206.5
Juin.	—	.16	.28	.35	.35	.36	.37	.28	.30	.35	.36	.37	.35	.30	.13	—	128.9
Juillet.	—	.10	.38	.51	.51	.51	.49	.52	.55	.55	.49	.46	.44	.46	.13	—	188.4
Août.	—	.06	.39	.55	.62	.61	.66	.67	.65	.66	.69	.66	.61	.45	.09	—	228.5
Septemb.	—	—	.02	.35	.48	.57	.58	.58	.60	.56	.47	.46	.40	.05	—	—	152.9
Octobre.	—	—	—	.10	.26	.36	.41	.40	.42	.45	.42	.34	.18	—	—	—	102.0
Novembre	—	—	—	—	.10	.31	.33	.36	.36	.38	.33	.18	—	—	—	—	70.5
Décembre	—	—	—	—	—	.02	.15	.29	.29	.32	.25	—	—	—	—	—	39.7
Moyenne.	—	0.03	0.13	0.22	0.31	0.38	0.45	0.45	0.48	0.47	0.44	0.36	0.24	0.15	0.04	—	1505.8

1904																	
Janvier.	—	—	—	—	0.01	0.06	0.15	0.29	0.41	0.39	0.22	0.03	—	—	—	—	48.2
Février.	—	—	—	—	.04	.14	.21	.25	.26	.22	.17	.26	0.01	—	—	—	41.1
Mars.	—	—	—	0.08	.31	.38	.41	.40	.36	.29	.29	.26	.16	—	—	—	91.2
Avril.	—	—	0.07	.25	.28	.28	.34	.38	.40	.38	.31	.25	.22	0.15	0.02	—	99.7
Mai.	0.01	0.25	.46	.55	.58	.58	.58	.50	.46	.57	.51	.45	.40	.33	.13	—	197.8
Juin.	.01	.33	.48	.57	.60	.57	.57	.59	.51	.56	.48	.46	.37	.38	.29	0.01	204.1
Juillet.	—	.49	.69	.71	.75	.80	.74	.65	.66	.67	.72	.66	.66	.65	.40	—	287.6
Août.	—	.18	.54	.61	.70	.69	.66	.69	.72	.72	.74	.73	.67	.60	.14	—	260.7
Septemb.	—	—	.09	.31	.40	.43	.48	.46	.46	.49	.45	.34	.27	.08	—	—	127.4
Octobre.	—	—	—	.08	.28	.38	.43	.41	.40	.37	.34	.31	.19	.02	—	—	100.2
Novembre	—	—	—	.01	.28	.37	.32	.38	.46	.44	.45	.32	.04	—	—	—	91.1
Décembre	—	—	—	—	.02	.12	.31	.45	.49	.50	.45	.15	—	—	—	—	76.5
Moyenne.	—	0.10	0.20	0.26	0.36	0.40	0.43	0.46	0.47	0.47	0.42	0.34	0.25	0.19	0.08	—	1625.6

QUANTITÉ D'EAU TOMBÉE EN FORME DE PLUIE OU DE NEIGE, EN MILLIMÈTRES

1903

LOCALITÉS	Altitude	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Année	Nombre de jours
Les Brenets	ca 850	75	49	92	112	75	96	116	190	42	183	88	83	1201	150
La Chaux-de-Fonds	ca 990	81	54	111	125	81	85	92	189	50	197	133	65	1261	154
Saint-Sulpice	ca 760	70	50	125	146	96	99	104	194	43	208	124	74	1333	145
Couvet	ca 750	53	32	103	107	78	108	97	180	35	177	95	64	1129	137
Boudry	ca 450	45	64	62	48	66	87	74	169	31	93	86	67	892	117
Serrières	ca 470	36	29	51	48	60	51	55	110	23	86	57	67	673	109
Neuchâtel	ca 488	46	34	61	62	68	62	73	126	26	102	68	80	808	120
Chambrelieu	ca 743	62	53	88	79	79	71	78	155	30	156	96	84	1031	129
La Brévine	ca 1080	77	49	102	120	97	93	102	173	38	207	120	84	1262	145
Les Ponts	ca 1020	63	38	79	105	116	112	136	208	56	278	96	63	1350	146
Tête-de-Rang	ca 1435	70	47	89	120	84	61	102	133	43	208	106	66	1129	134
Chamont	ca 1128	77	49	88	89	83	64	109	157	37	143	76	86	1058	119
Dombresson	ca 740	60	34	62	79	53	49	66	121	23	153	86	71	857	127
Gernier	ca 800	60	37	71	80	57	59	72	121	26	193	95	79	930	135
Fontanemelon	ca 870	79	62	104	117	75	69	84	125	23	118	73	86	890	111
Valangin	ca 655	49	42	72	74	75	69	84	125	23	118	73	86	890	111

1904

Les Brenets	ca 850	61	234	75	89	216	135	62	99	139	58	48	96	1302	145
La Chaux-de-Fonds	ca 990	76	253	85	104	196	113	34	119	99	58	48	96	1293	142
Saint-Sulpice	ca 760	70	245	73	70	164	145	79	150	117	67	62	143	1385	141
Couvet	ca 750	57	226	60	73	138	141	22	122	101	51	40	100	1131	130
Boudry	ca 450	24	184	64	53	126	116	8	115	85	29	21	99	922	107
Serrières	ca 470	30	158	36	30	85	52	19	76	73	22	20	62	663	102
Neuchâtel	ca 488	36	190	41	45	100	53	25	85	67	27	22	75	766	111
Chambrelieu	ca 743	53	248	64	82	126	93	23	121	81	39	37	96	1063	124
La Brévine	ca 1080	68	203	73	78	168	194	50	107	116	59	50	102	1268	138
Les Ponts	ca 1020	40	168	60	86	169	156	135	175	141	70	42	89	1331	132
Tête-de-Rang	ca 1435	75	221	49	307	169	85	32	131	144	44	50	45	1075	121
Chamont	ca 1128	43	187	44	84	143	72	25	95	100	49	29	24	805	109
Dombresson	ca 740	28	192	37	61	114	70	7	122	84	40	31	89	875	116
Gernier	ca 800	41	229	43	85	148	67	26	121	77	43	41	90	1011	128
Fontanemelon	ca 870	71	272	67	102	188	95	50	128	102	61	66	129	1334	158
Valangin	ca 655	55	210	34	59	128	69	18	81	82	28	27	85	859	121

MOYENNES ANNUELLES — 1903

TEMPÉRATURE													Pressions atm. moyennes mm.	
Altitude	7 h.				1 h.		9 h.	Moy. 1/4 (7,1,2,9)	Minimum		Maximum			Mois
	m.	0	6.8	11.7	0	8.4	0	8.8	0	8.9	17	30.8		
Neuchâtel (Observatoire) .	488	6.8	11.7	8.4	8.8	-	8.9	17	30.8	29	VI	720.2		
Charmont	1128	3.8	8.0	5.2	5.4	-	15.0	17	23.0	9	VIII	666.1		
Cernier	800	5.4	10.0	6.0	6.9	-	12.0	17	26.3	29	VI	—		
La Chaux-de-Fonds	990	4.5	9.4	5.0	6.0	-	16.3	17	26.5	4	IX	677.4		
La Brévine	1089	2.8	7.8	3.9	4.6	-	21.8	16	24.2	4	IX	669.2		
HUMIDITÉ RELATIVE													Eau tombée (pluie, neige)	
NÉBULOSITÉ														
DURÉE D'INSOLATION														
7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme				Somme	mm.	
87	69	79	79	7.3	6.8	6.3	6.8	Heures				807	807	
82	73	78	78	6.1	6.1	5.5	5.9	1475.35				1038	1038	
—	—	—	—	—	—	—	—	—				950	950	
85	67	85	79	6.2	6.4	5.3	6.0	1505.8				1261	1261	
—	—	—	—	6.0	5.9	5.1	5.7	—				1262	1262	
FRÉQUENCE DU VENT														
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme						
40	287	18	32	20	327	77	78	216						
299	120	140	5	1	31	283	171	45						
Cernier	31	83	15	53	105	207	59	509						
La Chaux-de-Fonds	10	247	15	58	602	1	13	98						
La Brévine	4	108	8	46	241	0	12	632						

MOYENNES ANNUELLES — 1904

TEMPÉRATURE														Pressions atm. moyennes
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/2 (7, 1, 9)	Minimum Jour		Maximum Jour		Mois	Mois	mm.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
Neuchâtel (Observatoire) .	488	7.6	12.7	9.3	9.7	9.7	- 7.5	27	II	32.6	8	VIII	720.1	
Chamont	1128	4.5	8.9	5.4	6.1	6.1	- 10.5	1	III	27.2	10	VII	666.2	
Cernier	800	6.1	10.8	6.7	7.6	7.6	- 10.8	27	I	30.5	17	VII	—	
La Chaux-de-Fonds	990	5.0	10.0	5.5	6.5	6.5	- 16.4	27	II	27.7	17	VII	677.4	
La Brévine	1089	3.1	8.3	4.2	4.9	4.9	- 21.4	26	I	25.9	17	VII	669.2	
HUMIDITÉ RELATIVE					NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)			
7 h.	1 h.	9 h.	Moy.		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme		Somme			
Neuchâtel (Observatoire) .	87	69	79	78	7.4	6.8	6.4	6.9	Heures 1509.55		mm. 763			
Chamont	80	75	78	78	6.6	6.1	6.0	6.2	—		895			
Cernier	—	—	—	—	6.2	6.5	5.6	6.1	—		1011			
La Chaux-de-Fonds	85	67	86	79	6.0	6.3	5.4	5.9	1625.6		1293			
La Brévine	—	—	—	—	6.0	5.8	5.6	5.8	—		1268			
FRÉQUENCE DU VENT														
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme						
Neuchâtel (Observatoire) .	97	288	48	34	42	216	89	82	202					
Chamont	372	203	119	10	0	10	150	161	73					
Cernier	20	20	56	15	20	94	191	24	658					
La Chaux-de-Fonds	12	296	13	39	97	426	11	18	186					
La Brévine	1	83	9	72	35	201	3	6	688					

REMARQUES

1903 — JANVIER

- Le 1^{er}, toutes les Alpes visibles ; flocons de neige par moments.
2, toutes les Alpes visibles ; pluie intermittente dès 2 h. $\frac{1}{2}$; fort vent d'Ouest le soir.
3, pluie intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont.
4, pluie faible dans la nuit et quelques gouttes dans la matinée.
5, pluie jusqu'à 7 h. du matin : le ciel s'éclaircit vers 4 h. ; toutes les Alpes visibles.
6, brouillard sur le sol le matin, se dissipe par moment à partir de 2 h.
7, gelée blanche ; toutes les Alpes visibles.
8, toutes les Alpes visibles.
10, pluie fine intermittente tout le jour.
11, pluie intermittente tout le jour ; brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h.
12, pluie fine jusqu'à 10 h. et ensuite neige tout le jour ; environ 7 cm. de neige à 9 h. du soir.
13, neige fine intermittente tout le jour.
14, flocons de neige fine par moments ; le ciel s'éclaircit pour un moment vers 2 h.
16, brouillard en bas Chaumont et sur le lac.
17, brumeux.
18, neige fine intermittente tout le jour.
20, soleil par moment l'après-midi, le ciel s'éclaircit complètement vers 5 h.
21, brouillard et givre sur le sol.
22, brouillard et givre sur le sol.
23, brouillard et givre sur le sol ; brouillard monte par moment le soir ; flocons de neige fine entre 3 h. et 4 h. ; le ciel s'éclaircit à 9 h. du soir.
24, brouillard et givre sur le sol ; soleil visible par moment l'après-midi.
25, brouillard et givre sur le sol ; le matin et le soir, soleil visible par moment.
26, brouillard sur le sol ; soleil visible par moment ; sommets des Alpes visibles après 4 h. du soir.
27, brouillard épais sur le sol.
28, brouillard épais sur le sol jusqu'à 2 h. : soleil visible par moment, dès midi.
30, toutes les Alpes visibles.
31, brouillard sur le sol le matin et le soir.
-

MOYENNES ANNUELLES — 1904

	Altitude	TEMPÉRATURE												Pressions atm. moyennes	
		m.	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/4(7,1,2,9)	Minimum Jour Mois		Maximum Jour Mois		mm.	
			0	7.6	0	12.7	0	9.3	0	7.5	27	II	32.6		8
488	7.6	0	12.7	0	9.3	0	9.7	- 7.5	27	II	32.6	8	VIII		
Neuchâtel (Observatoire).															
Charmont	1128	4.5	8.9	5.4	6.1	0	6.1	- 10.5	1	III	27.2	10	VII	720.1	
Cernier	800	6.1	10.8	6.7	7.6		7.6	- 10.8	27	I	30.5	17	VII	666.2	
La Chaux-de-Fonds	990	5.0	10.0	5.5	6.5		6.5	- 16.4	27	II	27.7	17	VII	—	
La Brévine	1089	3.1	8.3	4.2	4.9		4.9	- 21.4	26	I	25.9	17	VII	677.4	
														669.2	
	HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION				Eau tombée (pluie, neige)		
	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme	Heures	Somme	mm.			
													Somme		
														Somme	
87	69	79	78	7.4	6.8	6.4	6.9	1509.55	763						
Neuchâtel (Observatoire).															
Charmont	80	75	78	78	6.6	6.1	6.0	6.2	—	895					
Cernier	—	—	—	—	6.2	6.5	5.6	6.1	—	1011					
La Chaux-de-Fonds	85	67	86	79	6.0	6.3	5.4	5.9	1625.6	1293					
La Brévine	—	—	—	—	6.0	5.8	5.6	5.8	—	1268					
FRÉQUENCE DU VENT													Calme		
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.								
								W.							
									W.						
97	288	48	34	42	216	89	82	202							
Neuchâtel (Observatoire).															
Charmont	372	205	119	10	0	10	150	161	73						
Cernier	20	20	56	15	20	91	191	24	658						
La Chaux-de-Fonds	12	296	13	39	97	426	11	18	186						
La Brévine	1	83	9	72	35	201	3	6	688						

1903 — JANVIER

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE							
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide			700 ^{mm} +					
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	0.6	2.5	1.2	1.4	0.0	4.0	-0.3	0.6	0	0	13.7	15.0	18.2	15.6
2	-2.2	2.9	4.7	1.8	-2.5	5.4	-2.8	1.1	0.8	0	19.7	19.4	19.1	19.4
3	5.6	6.4	6.7	6.2	4.3	7.5	5.3	6.0	5.9	0	20.3	20.9	22.4	21.2
4	7.3	8.0	8.1	7.8	6.3	9.2	6.2	6.4	6.1	0	22.7	23.9	22.4	23.0
5	7.9	9.3	6.1	7.8	5.3	11.5	7.3	8.4	7.2	0	23.0	22.5	21.6	22.4
6	2.1	3.0	0.1	1.7	-0.5	4.0	2.0	2.9	1.6	0	19.7	18.0	16.5	18.1
7	0.8	9.2	7.0	5.7	-0.6	10.8	0.7	6.4	5.1	4.1	15.3	16.2	18.3	16.6
8	1.3	5.5	2.9	3.2	0.6	7.1	1.0	3.8	2.2	2.3	19.1	18.8	18.0	18.6
9	1.0	5.6	2.4	3.0	0.2	6.4	0.4	4.3	1.4	2.0	16.2	14.9	14.8	15.3
10	3.0	6.4	5.6	5.0	1.0	9.2	2.7	5.6	5.5	4.6	14.6	13.3	11.5	13.1
11	4.0	6.5	1.5	4.0	1.2	8.0	4.0	5.0	1.4	3.5	08.4	08.4	11.9	09.6
12	0.7	-0.1	-2.3	-0.6	-2.7	2.6	0.6	-0.2	-2.6	-0.7	10.1	10.3	14.1	11.5
13	-4.7	-2.6	-4.5	-3.9	-5.3	-2.2	-5.2	-3.3	-5.4	-4.6	14.6	14.0	17.8	15.5
14	5.3	-4.6	-6.7	-5.5	-6.8	-3.9	-6.2	-5.6	-7.6	-6.5	21.6	23.0	24.4	23.0
15	7.5	-5.9	-7.5	-7.0	-7.9	-5.0	-8.2	-6.8	-8.0	-7.7	26.1	26.9	28.3	27.1
16	-8.3	-7.7	-8.5	-8.2	-8.7	-6.7	-8.6	-8.2	-8.8	-8.5	28.5	28.6	27.4	28.2
17	-8.5	-6.7	-8.3	-7.8	-8.9	-5.9	-8.6	-7.0	-8.4	-8.0	27.7	27.7	28.0	27.8
18	-7.7	-4.1	-3.4	-5.1	-8.5	-2.7	-7.8	-4.6	-3.6	-3.3	28.2	28.5	28.7	28.5
19	-3.5	-1.9	-2.4	-2.6	-3.8	-0.3	-3.8	-2.5	-2.8	-3.0	28.1	28.0	27.9	28.0
20	-4.1	-1.8	-4.5	-3.5	-4.8	-0.3	-4.4	-2.4	-4.6	-3.8	27.4	26.3	25.4	26.4
21	-6.2	-4.6	-6.6	-5.8	-6.6	-3.9	-6.3	-4.7	-6.7	-5.9	25.4	25.4	26.8	25.9
22	-7.5	-5.4	-6.3	-6.4	-7.8	-4.5	-7.6	-5.5	-6.4	-6.5	26.4	24.8	23.9	25.0
23	-5.7	-3.0	-1.7	-3.5	-7.0	-1.4	-5.8	-3.1	-1.8	-3.6	22.9	22.7	24.6	23.4
24	-4.9	-1.7	-3.7	-4.2	-6.7	-1.3	-5.8	-3.2	-3.8	-4.3	27.7	28.2	29.5	28.5
25	-5.7	-1.7	-2.3	-3.0	-5.9	0.0	-5.0	-1.8	-2.4	-3.1	30.1	30.2	30.5	30.3
26	-2.1	1.4	-0.7	-0.5	-2.5	2.6	-2.2	0.0	-0.8	-1.0	32.5	33.0	33.4	33.0
27	-0.7	0.7	-1.5	-0.5	-2.0	1.5	-0.8	0.0	-1.6	-0.8	32.8	31.7	30.0	31.5
28	-1.7	-0.2	1.3	-0.2	-2.5	4.5	-1.8	-0.3	-0.9	-0.4	28.3	27.5	29.5	28.4
29	0.9	6.1	-0.3	2.2	-0.8	7.0	-0.6	3.6	-1.2	0.6	31.9	32.5	33.2	32.5
30	-3.7	2.7	-1.5	-0.8	-4.0	3.9	-4.0	0.6	-2.0	-1.8	32.7	31.7	30.3	31.6
31	-1.8	-0.6	-1.3	-1.2	-3.5	0.5	-1.9	-1.0	-1.4	-1.4	28.1	26.5	23.2	25.9
Moy.	-1.83	0.72	-0.85	-0.66	-2.95	2.18	-2.18	-0.11	-1.35	-1.23	23.35	23.19	23.60	23.38
Moy. V. A. 7	1	1	2	2	90	9.7								

Moy. $\frac{1}{4}$ - (7) : 1 2 ~~2~~ 9) : 0.7

[illegible]

REMARQUES

1903 — Février

- Le 1^{er}, brouillard épais sur le sol, se lève par moments à partir de 9 h. du matin ; pluie intermittente dès 12 h.
- 2, neige mêlée de pluie fine intermittente tout le jour ; très fort vent N. dès 8 h. du soir.
- 4, toutes les Alpes visibles, le matin et le soir.
- 5, brouillard et givre sur le sol ; le brouillard se dissipe pour un moment vers 6 h.
- 6, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
- 7, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
- 8, brouillard et givre sur le sol jusqu'à 4 h.
- 10, toutes les Alpes visibles.
- 11, brouillard épais sur le sol jusqu'à 1 h. et de 5 à 6 h. ; soleil perce entre midi et 1 h. ; ciel clair dès 6 h. $\frac{1}{2}$.
- 12, brouillard épais sur le sol ; soleil perce vers 1 h.
- 15, soleil visible un moment vers 1 h. ; pluie à partir de 2 h.
- 16, Pluie pendant la nuit.
- 17, toutes les Alpes visibles le soir.
- 18, gelée blanche: toutes les Alpes visibles.
- 19, gelée blanche; toutes les Alpes visibles.
- 20, toutes les Alpes visibles.
- 22, brumeux.
- 23, pluie intermittente de 7 $\frac{1}{2}$ à 11 h. ; très fort vent NW. dès 3 h. ;
- 24, toutes les Alpes visibles.
- 25, gelée blanche.
- 26, pluie fine intermittente de 10 $\frac{1}{2}$ à 2 h. ; fort vent SW. l'après-midi.
- 27, brouillard épais sur le sol jusqu'à 9 h. ; soleil perce vers 9 h. et le vent tourne au SW.
- 28, pluie fine intermittente à partir de 9 h. du matin ; éclairs lointains au SW. vers 7 h.
-

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec					Therm. extr.									
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
1	-2.5	0.9	1.9	0.1	-3.0	3.8	0	-2.6	0	-0.4	18.0	14.6	11.2	14.6	
2	0.5	1.2	2.0	1.2	0.0	2.3	0.4	0.9	1.6	0.6	06.7	10.7	18.8	12.1	
3	-2.1	3.0	-1.5	-0.2	-2.9	4.2	-2.6	1.4	-2.6	-1.3	24.8	27.1	30.4	27.4	
4	-3.7	2.5	-1.5	-0.9	-4.2	3.7	-4.0	0.0	-2.0	-2.0	30.6	30.7	31.4	30.9	
5	-4.7	-2.5	-2.9	-3.4	-5.3	0.0	-4.8	-2.6	-3.0	-3.5	31.0	30.5	30.4	30.6	
6	-4.4	-2.7	-2.9	-3.3	-5.2	-1.4	-4.5	-2.8	-3.0	-3.4	28.8	27.6	27.3	27.9	
7	-3.6	-1.6	-2.3	-2.5	-3.9	-0.5	-3.7	-1.7	-2.4	-2.6	28.8	29.2	30.6	29.5	
8	-2.3	0.3	0.5	-0.5	-3.0	1.3	-2.4	-0.2	0.1	-0.8	32.8	33.0	33.4	33.1	
9	1.0	7.5	8.8	5.8	-0.5	10.7	0.9	4.9	6.5	4.1	33.4	33.0	34.1	33.5	
10	4.4	9.6	3.4	5.8	2.8	10.4	3.6	6.9	2.6	4.4	35.9	34.7	35.4	35.3	
11	-1.3	3.8	0.0	0.8	-1.5	6.0	-1.4	3.0	-0.3	0.4	35.4	33.5	31.9	33.6	
12	-1.5	1.9	5.1	1.8	-2.4	7.0	-1.6	1.5	3.2	1.0	29.2	26.8	25.5	27.2	
13	2.6	6.2	1.3	3.4	0.9	7.4	1.8	4.2	-0.2	1.9	26.6	26.3	25.9	26.3	
14	-3.1	3.3	2.3	0.8	-3.5	5.0	-3.2	0.9	0.4	-0.6	24.7	23.1	22.2	23.3	
15	2.5	5.3	3.4	3.7	1.8	6.5	1.4	3.4	2.9	2.6	20.8	19.7	20.2	20.2	
16	1.7	4.1	-0.5	1.8	-1.2	7.0	1.4	1.1	-3.0	-0.2	21.5	23.8	29.0	24.8	
17	-3.5	1.3	-1.4	-1.2	-3.9	7.0	-4.8	-1.0	-3.6	-3.1	32.4	32.7	33.9	33.0	
18	-7.0	2.0	0.8	-1.4	-7.3	4.5	-7.4	-0.2	-0.1	-3.0	34.1	34.0	33.9	34.0	
19	-3.7	5.7	1.3	1.1	-4.2	8.2	-4.1	3.4	-0.1	-0.3	34.2	34.4	34.8	34.5	
20	-2.1	7.3	3.9	3.0	-2.7	12.0	-2.4	4.6	1.6	1.3	35.4	35.0	35.5	35.3	
21	-0.1	8.4	5.3	4.7	-0.8	11.0	-1.2	4.9	3.6	2.4	36.0	33.6	31.5	33.7	
22	11.1	13.6	13.9	12.9	5.3	15.2	6.4	7.8	7.8	7.3	29.7	28.3	27.7	28.6	
23	10.3	10.5	9.9	10.2	6.5	16.0	6.4	7.8	6.8	7.0	22.0	18.2	21.0	20.4	
24	1.7	8.0	0.9	3.5	0.5	9.5	0.4	3.7	-0.9	1.1	27.2	27.3	24.3	26.3	
25	-2.5	6.1	5.1	3.1	-2.8	9.5	-3.4	3.6	3.0	1.1	25.5	25.9	24.6	25.3	
26	1.5	6.4	6.0	4.6	0.9	8.9	1.2	5.6	5.0	3.9	23.6	25.0	27.4	25.3	
27	1.9	10.0	9.7	7.2	1.4	13.3	1.8	7.2	6.2	5.1	24.5	22.7	19.7	22.3	
28	8.6	7.0	6.5	7.4	5.5	11.0	5.8	6.1	4.1	5.5	17.7	18.0	22.5	19.4	
Moy.	0.11	4.64	2.84	2.18	1.15	5.12	0.33	2.63	1.19	1.04	27.53	27.13	27.06	27.11	

[illegible]

MOYENNES MENSUELLES - FÉVRIER 1903

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES			
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 7, 1, 9		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°		
Neuchâtel (Observatoire).	- 0.1	4.6	2.8	2.6	- 7.3	18	0	16.0	23	727.4			
Chamont	0.4	3.8	0.8	1.5	- 10.0	17	14.5	21	672.1				
Cernier	- 0.6	5.4	1.0	1.7	- 8.4	18	14.5	23	-				
La Chaux-de-Fonds	- 2.1	4.8	- 0.6	0.4	- 13.5	18	14.0	23	683.4				
La Brévine	- 3.9	3.1	- 1.2	- 0.8	- 17.4	18	12.4	23	675.1				

HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)	
7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme	Heures	Somme	mm.
90	74	77	80	6.9	6.3	5.4	6.2	87.85	34		
65	61	65	64	5.3	4.9	4.3	4.8	—	49		
				4.2	4.4	4.0	4.2	—	37		
79	58	79	72	5.2	5.0	4.4	4.9	112.0	54		
				4.4	4.4	5.4	4.7	—	49		

FRÉQUENCE DU VENT									
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme	
3	30	0	5	1	24	3	3	15	
30	4	5	0	0	4	23	16	2	
6	5	6	4	4	4	12	2	41	
0	21	0	9	10	41	0	0	3	
0	7	0	2	10	14	0	0	51	

Neuchâtel (Observatoire).	
Chamont	
Cernier	
La Chaux-de-Fonds	
La Brévine	

REMARQUES

1903 — Mars

- Le 1^{er}, toutes les Alpes visibles.
2, pluie fine mêlée de flocons de neige pendant la nuit et à partir de 3 h. du soir; soleil visible par moment dans la matinée; toutes les Alpes visibles.
3, pluie intermittente tout le jour; brouillard sur Chaumont.
4, pluie pendant la nuit; toutes les Alpes visibles.
5, toutes les Alpes visibles; quelques gouttes de pluie dans la soirée.
6, pluie fine intermittente jusqu'à 1 h.; le ciel s'éclaircit partiellement vers 5 h. du soir; forts coups de joran vers 5 h.
8, neige fine jusqu'à 12 h.; soleil visible par moment l'après-midi.
11, gelée blanche.
14, gelée blanche.
15, gelée blanche.
16, pluie fine intermittente à partir de 4 h.
17, pluie fine pendant la nuit; le ciel s'éclaircit après 7 h. du soir.
18, brouillard épais sur le sol jusqu'à 9 h. et ensuite pluie intermittente tout le jour.
19, gelée blanche; toutes les Alpes visibles; joran à 6 h. $\frac{1}{4}$.
20, gelée blanche; toutes les Alpes visibles.
21, gelée blanche; toutes les Alpes visibles.
22, toutes les Alpes visibles.
23, toutes les Alpes visibles.
24, toutes les Alpes visibles; fort joran entre 5 et 6 h.; clair dès 7 h. $\frac{1}{2}$.
26, quelques gouttes de pluie vers 4 h. $\frac{1}{2}$.
27, pluie fine intermittente à partir de 3 h. 40; toutes les Alpes visibles; fort vent NW. dès 2 h.
28, soleil perce après 10 h.; toutes les Alpes visibles.
29, pluie fine jusqu'à 7 h. du matin; les Alpes visibles.
30, très fort vent d'Ouest à partir de 2 h. $\frac{1}{4}$.
31, pluie intermittente mêlée de flocons de neige tout le jour.
-

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et Intensité				NÉBULANITÉ. 0 sans nuages; 10 couvert				Durée d'insolation heures	Rau tombée mes. à 7 h. m. en 24 h. du lendemain.			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne					
1	83	54	68	68	W	1	SW	1	SW	1	5	7	5	8.0	4.1		
2	93	63	83	80	SW	2	SW	3	SW	3	10	10	10	1.5	18.0		
3	95	94	87	92	NW	1	SW	2	SW	3	10	10	10	7.35	13.6		
4	74	57	56	62	N	1	SW	1	W	1	9	6	6	.	.		
5	86	63	82	77	SW	1	SW	2	W	1	8	8	7	4.55	1.0		
6	91	75	75	80	SW	1	SW	2	W	1	10	6	9	.	0.9		
7	71	69	69	70	NE	0	E	0	N	1	3	2	3	8.9	2.2		
8	93	85	82	87	NE	1	NE	2	NE	1	10	9	10	0.35	.		
9	88	64	75	76	NE	1	SE	1	NE	1	3	9	7	1.2	.		
10	82	59	75	72	NE	1	SE	1	N	1	5	0	4	5.1	.		
11	96	56	72	75	NE	1	SE	1	N	1	3	3	4	7.3	.		
12	87	59	60	69	NE	1	SW	1	N	0	5	10	8	4.0	.		
13	88	52	69	70	SW	1	SW	1	N	0	9	3	4	7.55	.		
14	91	49	70	70	NE	0	SW	1	NW	1	3	3	3	5.3	.		
15	91	-	43	-	NE	1	NE	1	NW	2	4	10	7	3.35	.		
16	69	69	91	82	NE	0	SE	0	NE	0	10	10	10	.	2.6		
17	79	70	83	77	NE	1	SE	1	NE	0	10	0	7	.	6.8		
18	100	76	75	84	NW	0	SW	1	NE	2	9	0	10	.	.		
19	91	61	45	66	NW	0	SW	1	N	1	0	0	0	7.5	.		
20	84	50	54	63	NE	0	SW	1	SW	0	7	0	0	6.45	.		
21	79	41	73	64	NE	0	SW	1	NW	0	0	0	0	9.1	.		
22	93	51	68	71	NE	1	SW	1	SW	0	0	0	0	9.35	.		
23	93	49	57	66	NE	0	SW	1	SW	0	0	0	0	9.35	.		
24	62	42	53	52	SW	1	SW	1	N	1	7	2	5	1.55	.		
25	93	49	75	72	N	0	S	1	NE	1	3	0	2	6.0	.		
26	95	51	61	69	NE	0	NE	1	NE	1	10	5	7	3.45	.		
27	83	48	90	74	NW	0	NW	1	SW	2	7	10	9	1.5	2.4		
28	97	67	74	79	N	1	SW	1	SW	2	10	0	4	6.35	1.3		
29	76	50	52	59	NW	2	SW	2	NW	3	10	0	6	5.4	.		
30	89	55	66	70	NE	1	SW	1	W	3	0	7	0	4.0	5.4		
31	67	90	61	73	SW	3	SW	3	W	3	10	10	8	1.8	3.0		
Mo.	87	61	69	72							6.5	5.6	4.6	5.6	136.05	61.3	Somme

MOYENNES MENSUELLES — MARS 1903

		TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSIONS ATM. MOYENNES	
		Altitude m.	7 h.		1 h.	9 h.	Moy. (7,1,2-9)	Minimum Jour		Maximum Jour		mm.	
			°	°	°	°	°	°	°	°	°		
Neuchâtel (Observatoire) .		488	2.7	9.5	5.8	5.9	5.9	- 3.4	11	19.5	26	721.3	
Chamont		1128	0.3	5.1	1.9	2.3	2.3	- 5.0	10.11	13.2	27	666.7	
Cernier		800	1.7	7.9	2.9	3.8	3.8	- 3.2	7	15.8	26	-	
La Chaux-de-Fonds . . .		990	1.1	6.5	1.9	2.8	2.8	- 5.0	11	15.5	25	678.0	
La Brévine		1089	- 1.5	5.1	0.4	1.1	1.1	- 14.7	11	13.8	25	669.9	
		HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)	
		7 h.		9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme		Somme	
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	Heures	Heures	mm.	mm.
Neuchâtel (Observatoire) .		87	61	69	72	6.5	5.6	4.6	5.6	136.05	136.05	61	
Chamont		76	69	69	71	5.3	5.0	4.5	4.9	—	—	88	
Cernier		-	-	-	-	5.6	5.6	4.5	5.2	—	—	71	
La Chaux-de-Fonds . . .		79	58	77	71	6.5	5.5	5.2	5.7	139.8	139.8	111	
La Brévine		-	-	-	-	5.1	4.7	4.8	4.9	—	—	102	
		FRÉQUENCE DU VENT											
		N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme			
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Neuchâtel (Observatoire) .		6	17	0	3	1	32	6	7	21	21		
Chamont		17	11	8	0	1	6	27	19	4	4		
Cernier		3	1	5	0	3	5	26	3	47	47		
La Chaux-de-Fonds . . .		0	13	2	21	3	47	0	1	6	6		
La Brévine		0	3	0	4	4	18	0	3	61	61		

REMARQUES

1903 — AVRIL

- Le 2, pluie fine pendant la nuit et à partir de 8 h. du soir.
3, pluie fine pendant la nuit.
4, gelée blanche ; brouillard sur le lac ; quelques gouttes de pluie vers 8 h. du soir.
5, pluie pendant la nuit.
6, toutes les Alpes visibles.
7, toutes les Alpes visibles ; le ciel se couvre vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
8, pluie fine intermittente tout le jour mêlée de flocons de neige par moments ; soleil par moments.
9, neige intermittente tout le jour mêlée de pluie par moments.
12, brumeux.
14, flocons de neige fine jusqu'à 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; fort vent NW. le soir.
15, toutes les Alpes visibles.
16, neige de 12 h. $\frac{1}{2}$ à 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
17, neige jusqu'à 8 h. du matin ; environ 6 cm. de neige tombée pendant la nuit ; flocons de neige par moments tout le jour ; fort joran l'après-midi.
18, neige fine intermittente tout le jour ; soleil par moments.
19, neige pendant la nuit et quelques flocons à 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
20, toutes les Alpes visibles.
21, toutes les Alpes visibles ; le ciel se couvre vers 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
22, pluie fine intermittente jusqu'à 8 h. du matin.
23, pluie fine intermittente tout le jour ; fort vent SW. à partir de 11 h.
24, éclairs lointains au Sud à 9 h. du soir.
27, ciel s'éclaircit le soir.
28, pluie fine intermittente jusqu'à 8 h. du matin ; toutes les Alpes visibles.
29, pluie intermittente jusqu'à 6 h. du soir ; les Alpes visibles le soir.
30, brouillard sur le sol jusqu'à 9 h. du matin ; premier chant du coucou.
-

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +			
	Thermomètre sec					Thermomètre humide								
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Therm. extr.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
	°	°	°	°	Minim.	Maxim.	°	°	°		mm.	mm.	mm.	mm.
1	3.3	8.7	6.3	6.1	0	9.7	1.8	3.7	3.8	0	23.3	21.2	18.2	20.9
2	4.1	8.3	5.7	6.0	3.6	10.3	3.6	5.9	4.8	0	14.5	13.5	13.6	13.9
3	3.9	7.2	5.8	5.6	3.3	8.1	3.5	5.0	4.4	0	16.1	17.9	21.4	18.5
4	2.2	10.6	7.6	6.8	0.8	12.1	1.7	7.3	5.6	4.9	23.2	22.6	21.7	22.5
5	5.7	6.9	4.9	5.8	3.2	8.7	4.9	5.4	2.0	3.4	17.7	20.5	22.6	20.3
6	3.2	9.4	5.4	6.0	1.9	11.0	1.9	4.9	3.4	3.4	23.3	23.1	22.3	22.9
7	1.3	13.6	11.2	8.7	0.0	16.0	0.8	8.2	7.6	3.5	21.1	18.0	14.9	18.0
8	5.3	3.2	2.7	4.5	2.0	9.4	3.8	3.6	3.3	3.3	12.4	15.1	16.0	14.5
9	2.6	3.5	2.0	2.7	1.0	8.0	0.8	2.8	0.4	1.3	15.8	16.5	19.3	17.2
10	2.4	7.9	3.6	4.6	0.9	9.2	0.8	4.0	2.6	2.5	21.2	21.8	23.7	22.2
11	3.6	9.6	4.1	5.8	2.9	11.0	2.7	6.6	2.9	4.1	22.1	21.2	20.6	21.5
12	1.5	8.1	7.1	5.7	-0.4	10.3	1.3	5.8	4.7	3.9	18.6	17.4	17.1	17.7
13	3.2	8.0	4.7	6.0	3.3	9.3	1.3	3.2	1.2	1.9	16.1	15.6	15.8	15.8
14	1.9	4.6	3.1	3.2	1.5	8.0	-0.2	0.3	0.1	0.1	17.8	19.4	22.1	19.8
15	0.3	9.8	7.4	5.8	-2.5	11.9	-0.4	4.8	3.2	2.5	21.8	20.1	18.3	20.1
16	5.2	1.2	-0.7	1.9	-1.0	6.6	2.8	1.0	-0.8	1.0	16.6	16.5	18.6	17.2
17	-0.6	3.0	0.2	0.9	-1.9	4.6	-1.1	0.0	-1.3	-0.8	18.4	19.0	21.4	19.6
18	-0.9	2.2	0.0	0.4	-1.7	4.0	-2.6	-0.1	-1.7	-1.5	21.4	22.4	22.7	22.2
19	-1.2	3.2	0.4	0.8	-2.5	4.9	-2.6	0.2	-1.4	-1.3	23.1	22.8	21.9	22.6
20	0.1	8.3	3.9	4.1	-2.2	9.8	-1.6	3.8	1.0	1.1	19.5	17.0	14.2	16.9
21	1.4	12.2	9.0	7.5	-1.7	14.2	0.3	7.5	5.8	4.5	11.7	09.3	06.8	09.3
22	3.2	13.4	10.2	9.6	4.6	15.4	4.4	8.9	7.6	7.0	04.4	03.0	01.4	02.9
23	7.0	3.4	3.9	4.8	3.0	8.4	6.2	3.1	3.4	4.2	699.5	02.5	05.6	02.5
24	-4.3	8.3	4.9	5.8	3.5	10.3	2.6	4.2	2.8	3.2	07.4	08.8	11.2	09.1
25	3.7	9.8	5.1	6.2	3.4	11.3	1.9	5.4	2.5	3.3	12.7	13.2	14.8	13.6
26	3.7	10.3	7.3	7.1	-0.3	11.9	2.3	5.9	4.6	4.3	13.8	12.3	11.0	12.4
27	5.2	10.2	6.7	7.4	3.0	11.7	3.6	7.2	5.1	5.3	09.8	10.8	12.7	11.1
28	6.4	12.9	8.2	9.2	4.8	15.4	5.7	9.8	6.3	7.3	14.8	14.9	13.9	14.5
29	6.7	7.3	6.1	6.7	5.5	10.0	6.5	7.1	5.2	6.3	12.2	12.9	14.5	13.2
30	3.1	10.1	11.8	9.0	2.8	13.8	4.9	7.8	7.5	6.7	11.5	13.1	10.4	12.7
Moy.	3.27	7.88	5.32	5.19	1.13	10.35	2.05	4.78	3.21	3.35	16.16	16.08	16.20	16.18
Max.	5.1	10.1	11.8	9.0	2.8	13.8	4.9	7.8	7.5	6.7	11.5	13.1	10.4	12.7

REMARQUES

1903 — MAI

- Le 1^{er}, pluie intermittente jusqu'à 1 h.
2, pluie intermittente jusqu'à 10 h.
3, toutes les Alpes visibles.
4, temps orageux à l'Ouest et au Sud à partir de 6 h., éclate sur nous à 7 h. $\frac{3}{4}$ durant jusqu'à 8 h. $\frac{1}{2}$ et avec pluie d'orage à partir de 7 h. $\frac{3}{4}$; joran dès 6 h.
5, pluie pendant la nuit et quelques gouttes vers 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
6, fort vent NW. à partir de 3 h. et petites averses intermittentes dès 4 h. du soir.
7, forte pluie pendant la nuit; orage au Sud vers le matin; toutes les Alpes visibles.
8, pluie intermittente tout le jour.
9, coups de tonnerre au NW. à 2 h. $\frac{3}{4}$ et fort vent NW. de 3 h. $\frac{1}{2}$ à 5 h. du soir; pluie intermittente dès 4 h. $\frac{3}{4}$.
10, pluie fine pendant la nuit et à partir de 3 h. du soir.
11, pluie fine pendant la nuit et quelques averses de 1 h. à 8 h. du soir, mêlée de grêle à 12 h. 40.
12, toutes les Alpes visibles.
14, fort vent NW. le soir.
15, fort joran vers le soir.
16, quelques gouttes de pluie à 2 h. $\frac{3}{4}$.
17, soleil par moments; pluie à partir de 8 h. du soir.
18, fort joran le soir.
21, les Alpes visibles à travers la brume.
23, nuages orageux au NW. vers 4 h.
26, éclairs lointains au Sud vers 10 h. du soir.
27, ciel se couvre après 5 h. du soir; orage au SW. à 5 h., éclate sur nous de 6 h. à 7 h. avec pluie d'orage de 6 h. à 8 h.; vent SW. sur le lac dès 6 h. $\frac{1}{2}$.
28, pluie fine intermittente jusqu'à 9 h. du matin; soleil perce vers 11 h. $\frac{1}{2}$.
29, éclairs au SW. vers 9 h. du soir.
30, orages lointains au NE. à 7 h. du matin et à partir de 1 h. le temps est orageux au NE. et Nord pendant l'après-midi; pluie fine de 7 h. 50 à 8 h. 15.
31, quelques gouttes de pluie fine vers le matin; éclairs lointains à l'Ouest à 9 h. du soir.
-

JOUR	TEMPÉRATURE DE L'AIR					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec					Thermomètre humide				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Therm. extr.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	700 ^{mm} +
	°	°	°	°	Min., °	Max., °	°	°	°	mm.
1	5.5	7.6	6.7	6.6	4.9	9.2	5.2	5.8	5.8	12.6
2	5.5	8.5	7.3	7.1	5.2	10.2	5.2	6.4	6.2	14.9
3	7.1	14.9	11.9	11.3	5.0	18.0	6.4	10.4	8.9	14.3
4	8.9	15.9	10.6	11.8	8.0	18.8	8.4	11.5	9.4	11.7
5	9.0	13.9	10.1	11.0	7.6	15.5	7.6	9.8	8.7	10.8
6	9.3	17.7	10.3	12.4	5.9	18.9	7.9	11.6	9.5	10.5
7	6.6	14.5	13.5	11.5	5.0	16.7	6.0	10.2	8.7	12.7
8	10.0	9.4	8.9	9.4	8.4	11.3	9.2	9.8	8.6	18.0
9	8.5	17.7	7.7	11.5	5.0	19.5	7.4	7.9	8.6	12.1
10	8.2	15.7	7.8	9.9	3.9	14.6	6.8	6.8	9.0	16.2
11	7.9	11.5	10.5	10.0	6.2	16.2	7.0	6.5	7.7	15.8
12	9.0	11.2	8.5	9.5	7.0	14.0	9.3	7.8	7.9	15.9
13	9.2	13.8	9.7	10.9	5.3	17.1	7.7	7.6	8.0	14.1
14	7.8	17.0	12.5	12.4	3.6	20.1	8.2	10.5	8.0	16.1
15	8.3	18.0	11.5	12.6	4.6	20.1	11.2	8.2	9.5	22.6
16	9.5	16.8	11.2	12.5	6.0	19.3	8.2	11.2	9.2	27.5
17	10.7	15.9	6.9	11.2	6.5	16.6	7.9	5.8	8.1	22.0
18	8.1	12.3	9.3	9.9	5.5	15.5	4.9	5.6	6.1	21.1
19	7.9	15.9	9.2	11.0	4.1	17.8	6.3	10.4	7.7	19.7
20	7.7	16.9	14.7	13.1	3.3	19.0	5.8	11.8	9.4	18.6
21	11.1	22.5	16.9	16.8	6.5	24.0	9.4	15.0	9.4	21.6
22	12.7	25.4	17.9	18.0	8.7	25.1	10.8	13.6	12.0	24.9
23	14.5	25.5	19.9	19.9	10.2	26.6	12.5	17.4	13.6	27.2
24	15.6	26.2	17.1	19.6	11.6	27.1	13.4	13.8	14.6	26.5
25	16.8	26.0	19.3	20.7	13.4	27.0	14.0	14.5	14.9	25.1
26	16.5	22.5	17.5	18.8	13.2	23.7	12.4	16.9	15.2	24.5
27	13.5	19.0	12.5	14.9	10.4	21.7	10.6	11.3	12.6	22.7
28	12.8	19.0	18.5	16.8	11.1	22.5	12.4	13.8	12.2	19.0
29	14.7	24.5	18.1	19.1	9.8	26.5	13.1	15.2	17.1	16.4
30	15.4	23.9	17.5	18.9	13.5	26.8	13.2	13.6	15.6	17.0
31	14.9	22.7	15.7	17.8	13.2	25.0	13.6	13.6	14.5	16.6
Moy.	10.41	17.36	12.55	13.44	7.51	19.16	8.86	9.76	10.28	14.5
Moy. 1/4, 1/2, 3/4	11.07	17.32	12.71	13.22	8.86	19.16	12.71	9.76	10.28	14.5

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1892 - 1893

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et Intensité			NÉBULOSITÉ 0 = sans nuages; 10 = tout à fait couvert				Durée d'insolation heures	Eau tombée en 24 h. mm. à 7 h. p. du lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	97	85	89	90	SW 1	SW 1	SW 0	10	10	10	10	.	5.4
2	97	83	89	90	NE 0	NE 0	N 1	10	10	7	9	.	1.4
3	91	56	79	75	SE 0	SW 1	SW 1	9	2	9	7	9.8 ₅	10.9
4	95	58	74	76	SW 1	SW 3	N 3	10	7	10	9	5.3 ₅	10.9
5	83	59	82	75	W 2	SW 3	SW 1	10	6	9	8	9.9 ₅	14.1
6	83	45	86	71	NE 0	SW 1	NW 1	2	3	10	5	7.2 ₅	1.5
7	93	57	61	70	SE 1	SE 1	SW 1	9	2	9	7	8.2 ₅	7.7
8	92	94	88	91	SW 0	SW 1	SW 2	10	10	9	10	.	4.0
9	86	56	89	77	E 0	S 1	SW 1	4	2	10	5	8.9 ₅	2.2
10	83	59	83	75	E 1	SW 1	SW 1	5	9	10	8	5.9 ₅	0.9
11	89	70	69	76	SW 1	SW 1	SW 1	8	8	10	9	7.9 ₅	.
12	84	78	85	82	NE 1	SW 1	SW 1	10	10	10	8	1.3	.
13	81	48	75	68	SE 1	W 1	NE 0	8	7	8	4	8.8	.
14	85	41	42	56	NE 1	SW 1	NW 2	0	6	7	4	11.6	.
15	84	48	76	69	NE 1	SW 1	W 1	0	6	10	5	9.0	.
16	84	48	66	66	NE 0	SW 1	SW 1	5	5	6	5	6.2	2.8
17	68	51	86	68	SW 1	SW 2	SW 2	10	9	10	10	0.6 ₅	.
18	60	53	55	56	SW 2	SW 1	N 3	4	8	0	4	8.6 ₅	.
19	80	48	65	64	NE 1	E 1	NE 1	4	2	0	2	10.9	.
20	76	53	59	63	NE 1	SW 1	N 1	0	4	0	2	10.3 ₅	.
21	80	42	51	58	NE 1	SE 1	N 0	0	0	0	0	11.7 ₅	.
22	80	46	61	62	NE 0	SW 1	N 0	0	0	0	0	11.9	.
23	81	43	48	57	NE 0	SW 1	N 1	0	2	0	1	11.1	.
24	78	36	75	63	NE 1	NE 2	N 0	0	2	0	1	11.5 ₅	.
25	73	37	61	57	E 2	NE 2	N 2	3	0	0	1	12.6 ₅	.
26	61	37	46	48	NE 3	NE 3	NE 2	0	0	3	1	12.2 ₅	15.5
27	72	55	98	75	NE 3	NE 3	W 1	3	3	10	5	8.9	0.4
28	97	70	58	75	SW 1	SW 1	NE 1	10	5	3	6	6.1 ₅	0.9
29	84	55	73	71	NE 1	SW 0	E 0	0	2	3	2	12.8	.
30	78	56	66	67	NE 0	E 1	E 0	9	5	5	6	2.5	0.9
31	87	56	79	74	E 0	SW 1	SW 2	10	5	8	7	.	.
Moy.	82.6	55.6	71.1	69.8				5.5	1.7	6.1	5.1	239.0 ₅	67.7
												239.0 ₅	Somme

MOYENNES MENSUELLES — MAI 1903

	Altitude m.	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES mm.
		7 h.		1 h.	9 h.	Moy. 1/2 (7,1, 2-9)	Minimum Jour		Maximum Jour			
		°		°	°	°	°		°			
		7 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	7 h.	1 h.	9 h.	7 h.	1 h.	
Neuchâtel (Observatoire) .	488	10.4	17.4	12.5	12.5	13.2	3.3	20	27.1	24	717.7	
Charmont	1128	6.6	12.5	8.5	8.5	8.9	0.8	2	21.2	24	664.4	
Gernier	800	9.5	15.2	10.0	10.0	11.2	3.8	1	23.8	23	—	
La Chaux-de-Fonds	990	8.5	13.9	8.5	8.5	9.9	1.7	1	22.1	23	675.6	
La Brévine	1089	6.4	12.2	7.1	7.1	8.2	- 1.8	19	20.2	23	667.5	

	HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)
	7 h.		Moy.		7 h.		Moy.		Somme		
	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	Heures	mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	Heures	
Neuchâtel (Observatoire) .	83	56	71	70	5.3	4.7	6.1	5.4	239.0	68	83
Charmont	79	62	72	71	5.5	5.3	6.0	5.6	—	83	57
Gernier	—	—	—	—	5.4	6.0	5.2	5.5	—	81	97
La Chaux-de-Fonds	83	60	87	77	5.1	6.0	3.8	5.0	206.4	—	—
La Brévine	—	—	—	—	5.2	6.2	4.3	5.2	—	—	—

FRÉQUENCE DU VENT									
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme	
Neuchâtel (Observatoire) .	6	17	4	3	1	36	4	2	20
Charmont	20	11	31	1	0	1	17	10	2
Gernier	4	4	9	0	8	11	15	3	39
La Chaux-de-Fonds	0	32	0	4	6	43	0	2	6
La Brévine	0	13	1	0	4	17	0	1	57

REMARQUES

1903 — JUIN

- Le 1^{er}, coups de tonnerre au NE. à 3 h. ; quelques gouttes de pluie vers 4 h. du soir et pluie fine intermittente de 7 h. à 9 h.
- 3, quelques gouttes de pluie vers 11 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
- 8, pluie intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont le matin.
- 10, forts coups de vent NW. de 2 h. à 3 h. et pluie intermittente à partir de 4 h. du soir.
- 11, pluie intermittente jusqu'à 7 h. du matin : brouillard en bas Chaumont à 7 h.
- 12, temps brumeux le matin ; gouttes de pluie fine par moments le soir.
- 13, pluie pendant la nuit et à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir et quelques gouttes entre 12 h. $\frac{1}{2}$ et 1 h. : fort joran dès 3 h. ; coups de tonnerre au SE. de 3 h. $\frac{1}{2}$ à 5 h. du soir.
- 14, pluie pendant la nuit et pluie fine intermittente à partir de 10 h. du matin.
- 15, le ciel s'éclaircit à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 16, pluie faible pendant la nuit.
- 19, pluie fine intermittente jusqu'à 4 h. du soir ; soleil visible par moments de 11 h. à 2 h. ; le ciel s'éclaircit après 8 h. du soir.
- 20, quelques gouttes de pluie vers 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin et pluie à partir de 9 h. du soir ; coups de tonnerre au NW. vers 2 h. $\frac{1}{2}$.
- 21, pluie fine intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont le matin.
- 22, brise SE. sur le lac à 7 h. du matin.
- 24, quelques gouttes de pluie vers 5 h. du soir.
- 25, brouillard sur le sol ; soleil perce vers 9 h. du matin ; fort joran le soir.
- 26, joran le soir.
- 29, fort joran le soir ; le ciel se couvre un moment vers 8 h. du soir ; éclairs lointains au NE. après 9 h. du soir.
- 30, fort vent NW. à partir de 12 h. $\frac{1}{4}$; temps orageux tout l'après-midi avec pluie intermittente à partir de 2 h.
-

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec					Therm. extr.					700 ^{mm} +				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	14.7	21.9	14.1	16.9	°	12.1	22.5	13.5	15.7	12.8	14.0	15.1	14.5	15.8	15.1
2	14.9	19.8	16.2	17.0	°	12.9	23.5	13.7	14.7	13.4	13.9	15.4	14.5	14.8	14.9
3	16.4	19.9	14.7	17.0	°	12.0	21.5	14.4	15.6	11.9	14.0	14.6	14.5	15.8	15.0
4	11.9	13.2	13.7	12.9	°	11.4	14.7	10.1	10.8	11.0	10.6	16.4	18.0	20.3	18.2
5	12.1	20.1	14.3	15.5	°	11.7	21.5	9.6	13.2	10.6	11.1	20.0	20.5	21.9	20.8
6	15.1	24.0	15.8	18.3	°	10.1	24.9	11.0	16.3	12.4	13.2	22.9	21.7	21.2	21.9
7	13.5	21.6	15.9	17.0	°	10.9	23.5	10.4	15.3	11.3	12.3	20.3	18.7	16.2	18.4
8	8.0	9.4	8.2	8.5	°	7.4	10.5	7.4	8.3	8.0	7.9	13.1	13.1	14.5	13.5
9	9.9	17.7	15.5	14.4	°	7.3	19.9	9.5	14.1	13.3	12.3	14.6	13.7	13.1	13.8
10	15.7	17.9	12.2	15.3	°	11.6	20.8	12.2	13.0	11.5	12.2	13.6	14.1	16.2	14.6
11	11.1	14.5	13.1	12.9	°	10.4	17.5	10.8	12.0	12.1	11.6	17.4	17.8	18.1	17.8
12	12.9	17.1	13.3	14.4	°	10.6	19.0	12.1	13.8	12.2	12.7	17.7	16.8	16.3	16.9
13	12.3	15.1	10.8	12.7	°	10.0	19.4	12.2	14.2	9.8	12.1	15.6	15.1	15.6	15.4
14	10.3	12.7	8.5	10.5	°	8.1	13.5	8.6	10.9	7.5	9.0	14.6	13.9	15.4	14.6
15	9.9	14.6	9.9	11.5	°	7.9	17.5	7.8	10.4	7.2	8.5	14.9	14.7	15.6	15.1
16	10.7	15.9	12.3	13.0	°	6.5	16.6	8.0	11.0	9.7	9.6	15.5	16.1	18.0	16.5
17	11.4	17.2	12.8	13.8	°	10.0	20.2	9.3	11.8	9.4	10.2	18.0	16.7	16.8	17.2
18	11.6	20.5	16.4	16.2	°	6.8	23.0	10.0	15.0	13.4	12.8	15.9	13.3	12.2	13.8
19	13.5	18.2	12.7	14.8	°	12.1	20.0	12.6	16.1	11.0	13.2	10.7	9.6	12.4	10.9
20	13.3	19.9	12.4	15.2	°	9.5	21.0	11.6	14.4	11.1	12.4	14.0	13.6	15.4	14.3
21	12.0	13.9	10.9	12.3	°	10.5	16.3	11.5	12.6	9.8	11.3	17.1	17.8	21.2	18.7
22	10.5	14.3	10.7	11.8	°	9.5	17.5	9.4	11.2	9.0	9.9	22.4	22.8	23.2	22.8
23	10.7	17.7	13.9	14.1	°	9.0	19.4	9.0	12.7	10.1	10.6	22.0	21.6	21.0	21.5
24	10.9	16.6	12.5	13.3	°	7.5	17.7	9.7	13.0	11.8	11.5	20.5	20.0	21.7	20.7
25	12.5	22.5	19.0	18.0	°	11.0	24.4	12.2	16.3	13.6	14.0	22.6	22.1	23.4	22.7
26	15.1	25.6	20.5	20.4	°	10.3	26.7	12.9	17.7	14.6	15.1	24.8	24.5	24.8	24.7
27	17.9	25.3	21.1	21.4	°	13.7	26.7	14.2	16.4	13.9	14.8	25.0	23.9	23.7	24.2
28	17.1	26.3	23.5	22.3	°	12.4	28.7	14.0	18.9	16.0	16.3	24.3	23.5	23.4	23.7
29	18.2	29.3	25.4	24.3	°	12.6	30.8	15.4	20.8	18.2	18.1	24.2	23.6	23.3	23.7
30	20.0	23.0	15.4	19.5	°	15.0	27.2	17.3	17.7	15.2	16.7	23.6	22.7	26.1	24.1
Moy.	13.11	18.86	11.52	15.51	°	10.33	20.87	11.55	11.13	11.73	12.40	18.23	17.78	18.57	18.18

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et Intensité				0 sans nuages; 10 tout à fait couvert				Durée heures	d'insolation	Bau tombé en 24 h. à 7 h. m. du lendemain
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne			
1	88	51	87	75	SW 1	SW 1	NW 1	NW 1	8	4	8	7	5.2 ₅	1.0	
2	88	56	73	72	SW 1	NW 1	NE 3	NE 3	9	7	7	8	5.8	5.8	
3	81	63	72	72	E 2	NE 3	NE 3	NE 3	6	6	10	7	6.3 ₅	6.3 ₅	
4	80	75	72	76	NE 3	NE 3	NE 3	NE 3	10	10	10	10	7.8	7.8	
5	73	43	62	59	NE 2	NE 2	NE 2	NE 2	10	4	0	5	7.8	7.8	
6	59	44	67	57	NE 2	NE 2	NE 2	NE 2	0	2	2	1	11.3	11.3	
7	68	50	56	58	NE 2	NE 2	NE 2	NE 2	0	2	7	3	12.2 ₅	2.8	
8	93	86	98	92	NE 1	NE 3	NE 3	NE 0	10	10	7	9	7.0	7.0	
9	96	67	78	80	NE 1	NE 3	NE 3	NE 0	8	9	4	7	5.0	5.0	
10	66	56	93	72	NW 2	NW 2	NW 2	N 1	7	8	10	8	5.5 ₅	7.4	
11	97	75	90	87	SW 1	SW 1	SW 1	NW 1	10	10	10	10	0.4	0.4	
12	92	69	89	83	NE 1	NE 1	NE 1	N 1	10	10	10	10	0.7 ₅	8.4	
13	100	91	89	93	NE 0	W 1	N 2	N 2	10	10	10	10	3.0	12.4	
14	80	81	88	83	N 0	SW 1	SW 2	SW 2	10	10	10	10	2.0	2.0	
15	75	58	68	67	SW 0	SW 1	SW 1	NW 1	9	10	3	7	1.6	0.7	
16	69	54	72	65	SW 3	SW 3	SW 3	SW 2	5	9	8	7	6.1	6.1	
17	76	51	64	64	W 1	NW 1	NW 1	NW 1	10	8	5	8	7.8 ₅	7.8 ₅	
18	82	54	72	69	NE 1	S 1	SW 1	SW 1	5	7	10	7	7.5	7.5	
19	91	81	82	85	SW 1	SE 1	SE 1	SW 1	10	9	1	7	0.7 ₅	4.3	
20	82	54	86	74	NE 0	SW 2	SW 2	SW 2	8	7	10	8	5.6	3.3	
21	95	86	87	89	SW 0	SW 2	SW 2	SW 1	10	10	10	10	0.8	2.0	
22	87	68	80	78	NE 0	E 2	NE 2	NE 2	10	9	10	10	0.8	0.8	
23	80	55	61	65	NE 3	NE 3	NE 3	NE 3	10	3	0	4	10.7	10.7	
24	86	66	93	82	NE 1	SE 1	SE 1	SE 0	10	10	7	8	1.4	1.4	
25	98	51	53	67	NE 0	S 0	N 2	N 2	6	7	2	6	9.5 ₅	9.5 ₅	
26	78	44	51	58	NE 0	NE 1	NW 2	NW 2	1	5	5	4	12.5 ₅	12.5 ₅	
27	66	38	42	49	NE 2	NE 3	NE 3	NE 3	0	3	0	1	12.7	12.7	
28	71	47	44	54	NE 1	SW 1	NE 1	NE 1	3	0	0	1	13.5	13.5	
29	74	45	48	56	NE 1	SE 0	N 3	N 3	0	0	2	1	12.9 ₅	12.9 ₅	
30	76	59	99	78	NE 1	NW 3	NE 0	NE 0	5	10	10	8	4.6 ₅	11.0	
Moy.	81.6	60.6	73.9	72.0					7.0	7.0	6.3	6.7	171.7	62.3	Somme

MOYENNES MENSUELLES — JUIN 1903

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR							PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7, 1, 9)	Minimum		Maximum	Jour	mm.
						Jour				
						°	°			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	13.1	18.9	14.5	15.3	6.5	16	0	29	718.2
Chamont	1128	8.7	14.1	9.7	10.6	3.0	8	29	29	665.2
Cernier	800	11.9	16.2	12.0	13.0	5.7	14	26	3	—
La Chaux-de-Fonds	990	10.7	14.3	10.2	11.4	5.1	14	23	8	676.5
La Brévine	1089	9.5	12.9	9.1	10.1	3.5	16	23	7	668.4
			</							

REMARQUES

1903 — JUILLET

- Le 3, quelques gouttes de pluie à 1 h. et le soir pluie fine à partir de 9 h. ; fort vent NW. à partir de 3 h.
- 5, pluie fine de 8 h. à 8 h. $\frac{3}{4}$ du matin et averse à 2 h. ; coups de tonnerre au Nord à 1 h. et au Sud vers 5 h. ; éclairs dans les Alpes le soir.
- 6, pluie d'orage pendant la nuit ; coups de tonnerre à 2 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; fort vent d'Ouest à partir de 2 h. et quelques petites averses de 5 h. à 7 h. du soir.
- 7, pluie fine pendant la nuit.
- 13, orages au Sud à 2 h. du matin et coups de tonnerre entre 6 h. et 7 h. et nouvel orage au SW. à 11 h. et à 12 h. $\frac{1}{2}$; quelques petites averses à 7 h., 12 h. et 5 h.
- 14, joran le soir.
- 16, orages dans les Alpes du Sud à partir de 8 h. du soir.
- 17, pluie fine intermittente jusqu'à 1 h. et averse à 5 h. du soir ; soleil visible par moments vers le soir.
- 18, pluie fine pendant la nuit et pluie intermittente à partir de 1 h. ; coups de tonnerre au Sud vers 2 h. $\frac{1}{2}$.
- 19, pluie fine intermittente tout le jour.
- 20, pluie fine intermittente tout le jour.
- 21, pluie fine intermittente jusqu'à 4 h. du soir.
- 22, pluie faible pendant la nuit ; joran à partir de 6 h. du soir.
- 23, coups de tonnerre au NW. à 3 h. $\frac{1}{4}$ et pluie à partir de 6 h. $\frac{1}{4}$.
- 24, pluie pendant la nuit et pluie intermittente de 12 h. $\frac{1}{2}$ à 1 h. et de 6 h. à 7 h. du soir.
- 25, pluie faible pendant la nuit.
- 26, pluie intermittente de 1 h. à 4 h. ; les Alpes visibles l'après-midi.
- 27, pluie pendant la nuit ; les Alpes visibles.
- 28, pluie fine pendant la nuit ; les Alpes visibles l'après-midi.
- 29, les Alpes visibles à travers la brume le matin ; courte averse à 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 30, pluie pendant la nuit ; forts coups de joran entre 6 h. et 7 h. du matin ; les Alpes visibles l'après-midi.
- 31, pluie pendant la nuit et à partir de 9 h. du soir.
-

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et Intensité				NÉBULOSITÉ 0 = sans nuages; 10 = tout-à-fait couvert				Durée heures	Ran tombée en 24 h. m. m.m. à 7 h. m. du lendemain
	Moyenne			Direction et Intensité	Moyenne			0 = sans nuages; 10 = tout-à-fait couvert	Durée	Ran tombée				
	7 h.	1 h.	9 h.		7 h.	1 h.	9 h.							
1	92	55	55	NE 1	E 3	NE 3	4	3	1	3	10.7	mm.		
2	76	55	78	E 1	SW 1	SW 1	0	1	0	0	12.6			
3	78	55	80	N 0	SW 0	SW 0	5	7	10	7	8.7			
4	85	52	75	SW 1	SE 1	NE 1	8	9	8	9	6.8 ⁵			
5	85	66	76	NE 1	SW 0	NE 1	6	9	9	9	7.2 ⁵	7.0		
6	88	51	71	SW 1	SW 2	SW 2	8	7	9	8	2.4 ⁵	0.5		
7	60	47	61	SW 2	W 2	NW 2	6	7	9	7	8.9			
8	71	52	64	SW 2	NW 2	NW 1	9	10	9	10				
9	65	38	60	S 0	SW 1	NW 2	8	6	8	7	8.6 ⁵			
10	75	47	65	NE 1	E 3	NE 2	0	2	1	1	12.9 ⁵			
11	70	44	55	NE 2	NE 3	NE 3	0	0	0	0	13.2 ⁵			
12	82	45	50	NE 1	SW 1	SW 0	0	1	1	1	13.1 ⁵			
13	68	59	86	SW 1	SW 1	SW 1	7	7	7	7	6.1 ⁵			
14	85	46	58	NE 1	S 1	N 1	5	5	0	3	11.1	0.3		
15	77	40	58	NE 0	SW 1	NW 1	1	1	0	0	12.5			
16	79	44	57	NE 1	SW 1	SW 1	1	7	8	5	7.1 ⁵	1.5		
17	97	86	92	SW 1	SW 2	SW 1	10	10	5	8	1.3 ⁵	2.7		
18	90	60	98	SE 1	SW 2	W 1	7	10	10	9	4.7 ⁵	13.3		
19	99	83	98	SW 0	SW 1	SW 1	10	9	10	10	0.7	6.1		
20	85	70	93	W 1	SW 2	W 1	10	10	10	10	1.2	7.8		
21	95	65	86	SW 0	SW 2	SW 1	9	5	8	7	2.7	7.4		
22	91	50	60	NE 1	S 1	NW 1	3	0	8	4	11.6 ⁵			
23	86	54	96	NE 1	SW 1	SW 1	8	5	10	8	4.1	13.6		
24	79	87	84	SW 2	SW 1	NW 1	10	8	3	7	1.9	3.4		
25	91	47	57	NE 1	SW 1	NE 2	3	4	0	2	12.3			
26	83	67	87	NE 1	SW 1	SW 2	7	10	10	9	3.4	3.7		
27	79	38	74	SW 1	NW 2	NW 1	3	3	0	2	10.5	0.5		
28	87	73	82	SW 2	SW 2	W 1	10	10	7	9				
29	75	59	68	SW 2	SW 3	SW 2	7	9	10	9	4.0 ⁵	2.4		
30	79	54	77	SW 1	SW 2	SW 1	10	7	2	6	8.4	1.4		
31	85	56	68	SW 1	W 2	SW 2	9	7	10	9	1.2	1.1		
Mo.	81.8	56.8	73.2	5.9	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	210.5 ⁵	72.7	Somme		

MOYENNES MENSUELLES — JUILLET 1903

		TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSIONS ATM. MOYENNES			
		Altitude m.	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/2 (7, 1, 2-9)		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.
			0	21.1	0	16.6	17.4	0	0	9.5	25	26	29.5	3	
Neuchâtel (Observatoire)		488	15.5	10.7	13.7	12.2	12.7	15.1	15.1	8.3	7	8	22.0	3	720.4
Chamont		1128	10.7	14.1	18.2	14.0	15.1	14.1	14.1	6.6	8	8	25.8	16	667.7
Cernier		800	13.1	17.3	17.3	12.9	14.1	14.1	14.1	6.6	8	8	25.3	16	—
La Chaux-de-Fonds		990	10.8	15.8	15.8	11.8	12.6	12.6	12.6	4.0	8	8	24.0	16	678.9
La Brévine		1089												16	670.7
		HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)			
		7 h.		9 h.		Moy.		Moy.		Somme		Somme			
		1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	1 h.	9 h.	Heures	mm.				
Neuchâtel (Observatoire)		82	57	73	71	6.0	5.9	5.9	5.9	210.5	73				
Chamont		83	67	76	75	5.7	6.2	6.2	6.0	—	109				
Cernier		—	—	—	—	6.1	6.5	6.5	6.1	—	72				
La Chaux-de-Fonds		79	60	83	74	5.9	6.6	6.6	6.1	188.4	92				
La Brévine		—	—	—	—	6.8	6.1	6.1	5.8	—	102				
		FRÉQUENCE DU VENT													
		N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme					
Neuchâtel (Observatoire)		1	18	3	2	2	43	6	9						
Chamont		18	6	14	2	0	2	37	11						
Cernier		0	0	8	0	6	13	22	6						
La Chaux-de-Fonds		1	17	0	1	4	63	0	0						
La Brévine		0	12	0	7	4	29	0	1						

REMARQUES

1903 — AOUT

- Le 1^{er}, pluie pendant la nuit ; les Alpes visibles l'après-midi.
2, les Alpes visibles le matin.
3, pluie fine intermittente à partir de 1 h. $\frac{1}{4}$.
4, pluie fine pendant la nuit ; toutes les Alpes visibles le soir.
5, toutes les Alpes visibles ; fort vent NW. le soir.
6, fort joran le soir ; le ciel se couvre pour un moment vers 8 h. du soir.
7, joran le soir.
9, temps orageux au NW. de 12 h. $\frac{1}{4}$ à 3 h. et au SE. et SW. à partir de 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir ; pluie d'orage de 2 h. à 3 h. $\frac{1}{4}$ du soir.
10, temps orageux au Sud toute la nuit et pluie intermittente jusqu'à 10 h. du matin ; soleil visible par moments à partir de 11 h.
11, toutes les Alpes visibles.
12, toutes les Alpes visibles le matin ; averse à 8 h. $\frac{3}{4}$ et pluie d'orage de 12 h. 45 à 12 h. 55 et le soir de 6 h. $\frac{3}{4}$ à 8 h. $\frac{1}{2}$; coups de tonnerre au NW. à 12 h. $\frac{1}{2}$; le soir un orage au Nord à 6 h. $\frac{3}{4}$ éclate sur nous de 7 h. à 8 h.
13, pluie de la nuit et de 12 h. $\frac{1}{4}$ à 1 h. ; brouillard en bas Chaumont le matin ; coups de tonnerre à l'Ouest à 12 h. $\frac{1}{4}$.
14, brouillard sur le sol jusqu'à 11 h. du matin ; éclairs lointains au Sud vers 9 h. du soir.
15, pluie intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
16, pluie pendant la nuit et quelques gouttes vers 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
17, pluie fine intermittente de 1 h. à 4 h. du soir.
18, pluie d'orage à partir de 9 h. $\frac{1}{4}$ du soir ; orage lointain à l'Ouest vers 9 h. du soir durant jusqu'à 9 h. $\frac{1}{2}$.
19, pluie intermittente tout le jour ; éclairs au Sud vers 9 h. du soir et le ciel s'éclaircit vers 9 h.
20, pluie fine pendant la nuit ; toutes les Alpes visibles ; le ciel se couvre par moments le soir.
21, toutes les Alpes visibles ; quelques gouttes de pluie vers 10 h. du soir.
22, brises SE. et SW. sur le lac à 7 h. du matin ; toutes les Alpes visibles : coups de tonnerre à l'Ouest vers 11 h. du matin ; éclairs à l'Est après 9 h. du soir.
23, brises SE. et SW. sur le lac à 7 h. ; pluie intermittente à partir de 10 h. $\frac{3}{4}$ du matin ; coups de tonnerre au NW. vers 1 h.
24, toutes les Alpes visibles.
25, toutes les Alpes visibles ; pluie de 1 h. à 6 h.
26, joran à partir de 5 h. $\frac{1}{4}$ du soir.
27, rosée le matin.
28, rosée le matin ; brouillard sur le lac à 7 h. ; toutes les Alpes visibles le soir.
29, rosée le matin ; forts coups de vent SW. à partir de 10 h. du matin.
30, toutes les Alpes visibles le soir.
31, rosée le matin ; toutes les Alpes visibles.

Jour	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	Minim.	Maxim.		°	°	°		°	mm.	mm.		mm.
1	14.3	21.1	16.5	11.0	21.9	17.3	12.6	13.3	12.9	13.6	24.8	24.8	24.4	24.7	
2	13.1	22.9	18.5	9.5	24.8	18.2	11.9	17.1	15.9	15.0	23.1	21.1	19.8	21.3	
3	18.6	20.1	15.5	15.0	22.7	18.1	14.4	15.0	14.8	14.7	19.9	18.5	20.7	19.7	
4	16.9	23.4	18.6	12.5	24.5	19.6	14.3	17.3	14.2	15.3	22.3	22.9	23.1	22.8	
5	15.3	23.9	20.9	11.2	27.3	20.7	13.8	19.2	15.8	16.3	24.4	23.5	24.1	24.0	
6	19.1	23.1	17.1	19.8	26.1	19.8	15.1	17.4	14.0	15.5	24.9	24.9	24.9	24.9	
7	16.0	23.3	19.2	12.6	26.2	20.2	13.4	18.6	13.8	15.3	23.9	22.3	21.8	22.7	
8	15.7	23.3	19.9	11.5	27.3	20.3	13.2	18.8	17.5	16.5	21.2	20.0	19.8	20.3	
9	19.0	26.0	20.8	15.4	28.5	21.9	17.2	20.7	18.6	18.8	20.1	18.4	17.7	18.7	
10	15.7	21.2	16.5	11.5	21.6	17.8	13.4	16.2	11.9	14.5	18.3	19.7	21.9	20.0	
11	12.4	23.0	16.1	8.8	24.0	17.2	10.9	16.5	13.9	13.8	21.6	20.6	20.5	20.9	
12	15.9	21.1	16.7	12.2	26.1	17.9	14.6	18.8	16.2	16.5	20.9	20.1	21.5	20.8	
13	16.9	18.6	16.3	14.4	22.6	17.3	16.6	17.9	15.2	16.6	21.0	21.2	20.8	21.0	
14	15.0	23.1	19.2	13.0	26.2	19.1	14.8	19.0	17.9	17.2	18.6	15.6	11.8	15.3	
15	17.2	15.8	12.0	11.5	18.3	14.7	13.3	13.3	11.5	13.8	12.9	14.6	18.8	15.3	
16	11.1	15.6	12.7	9.7	18.0	13.1	9.8	11.6	9.8	10.4	22.1	22.9	23.5	22.8	
17	12.5	15.8	14.4	10.0	17.5	14.2	11.1	12.5	12.5	12.0	20.9	19.3	20.7	20.3	
18	11.7	21.4	19.0	11.8	22.3	18.4	12.6	16.2	15.6	14.8	19.4	17.9	14.2	17.2	
19	15.0	12.1	10.0	9.5	15.8	12.4	14.8	11.6	8.9	11.8	13.0	16.6	19.9	16.5	
20	12.2	20.1	15.2	15.8	21.4	15.8	10.8	14.4	12.1	12.6	22.2	21.5	20.4	21.4	
21	15.1	24.0	19.1	11.0	25.5	19.4	11.8	17.9	16.6	15.4	19.1	17.9	18.2	18.4	
22	16.1	24.3	19.7	14.2	26.0	20.0	14.9	19.6	17.8	17.4	19.1	18.3	18.7	18.7	
23	17.5	20.9	12.4	12.0	22.6	16.9	16.8	19.0	11.9	15.9	18.2	16.1	21.9	18.7	
24	13.2	20.8	11.0	10.2	21.8	16.0	11.9	16.2	12.3	13.5	21.4	20.6	20.5	20.8	
25	13.9	18.3	13.4	11.7	20.0	15.2	12.4	13.6	11.3	13.1	20.9	21.4	24.0	22.1	
26	12.9	21.2	12.7	10.0	22.0	15.6	11.7	15.8	10.8	12.8	25.4	26.4	27.7	26.5	
27	11.3	21.1	13.6	8.7	22.3	13.4	10.8	16.7	11.9	13.1	27.7	26.6	25.5	26.6	
28	12.3	22.7	18.3	9.2	24.4	17.8	11.8	18.5	14.1	14.8	25.6	24.8	24.0	24.8	
29	14.3	23.1	19.2	11.0	26.0	19.5	12.8	18.8	15.8	15.8	22.4	21.2	22.9	22.2	
30	17.0	22.1	16.1	15.2	21.0	18.4	13.9	13.9	12.8	13.5	22.4	21.5	24.9	24.5	
31	12.9	23.7	17.0	9.5	21.7	17.9	11.7	18.2	15.0	15.0	25.1	25.1	21.9	23.0	
Moy.	14.91	21.16	16.17	11.69	23.30	17.63	13.31	16.76	13.98	14.69	21.11	20.91	21.10	21.25	

Moy. 14.91 21.16 16.17 11.69 17.63 23.30 13.31 16.76 13.98 21.11 20.91 21.10 21.25

Jour	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec					Therm. extr.									
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		Minim.	Maxim.	0			7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1	14.3	21.1	16.5	17.3	11.0	21.9	21.9	13.6	13.6	12.9	24.8	24.8	24.4	24.7	21.7
2	13.1	22.9	18.5	18.2	9.5	24.8	24.8	15.0	15.0	15.9	23.1	21.1	19.8	21.5	21.5
3	18.6	20.1	15.5	18.1	15.0	22.7	24.8	14.7	14.7	14.8	19.9	18.5	20.7	19.7	22.8
4	16.9	23.4	18.6	19.6	12.5	24.5	24.5	13.2	13.2	14.2	22.3	22.9	23.1	22.8	22.8
5	15.3	23.9	20.9	20.7	11.2	27.3	27.3	16.3	16.3	15.8	24.4	23.5	24.1	24.0	24.0
6	19.1	23.1	17.1	19.8	16.5	26.1	26.1	14.0	14.0	14.0	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9
7	16.0	25.3	19.2	20.2	12.6	26.2	26.2	13.8	13.8	13.8	23.9	22.3	21.8	22.7	22.7
8	15.7	25.3	19.9	20.3	11.5	27.3	27.3	17.5	17.5	17.5	21.2	20.0	19.8	20.3	20.3
9	19.0	26.0	20.8	21.9	13.4	28.5	28.5	18.6	18.6	18.6	20.1	18.4	17.7	18.7	18.7
10	15.7	21.2	16.5	17.8	14.5	21.6	21.6	15.4	15.4	16.2	18.3	19.7	21.9	20.0	20.0
11	12.4	23.0	16.1	17.2	8.8	24.0	24.0	16.5	16.5	13.9	21.6	20.6	20.5	20.9	20.9
12	13.9	21.1	16.7	17.9	12.2	26.1	26.1	16.2	16.2	16.2	20.9	20.1	21.5	20.8	20.8
13	16.9	18.6	16.3	17.3	14.4	22.6	22.6	15.2	15.2	15.2	21.0	21.2	20.8	21.0	21.0
14	15.0	23.1	19.2	19.1	13.0	26.2	26.2	17.9	17.9	17.9	18.6	15.6	11.8	15.3	15.3
15	17.2	15.8	12.0	15.0	11.5	18.3	18.3	13.3	13.3	11.5	12.9	14.6	18.8	15.3	15.3
16	11.1	15.6	12.7	13.1	9.7	18.0	18.0	9.8	9.8	9.8	22.1	22.9	23.5	22.8	22.8
17	12.5	15.8	14.4	14.2	10.0	17.5	17.5	12.5	12.5	12.5	20.9	19.3	20.7	20.3	20.3
18	14.7	21.4	19.0	18.4	11.8	22.3	22.3	16.2	16.2	15.6	19.4	17.9	14.2	17.2	17.2
19	15.0	12.1	10.0	12.4	9.5	15.8	15.8	8.9	8.9	8.9	13.0	16.6	19.9	16.5	16.5
20	12.2	20.1	15.2	15.8	9.1	21.4	21.4	10.8	10.8	11.4	22.2	21.5	20.4	21.4	21.4
21	15.1	24.0	19.1	19.4	11.0	25.5	25.5	11.8	11.8	17.9	19.1	17.9	18.2	18.4	18.4
22	16.1	24.3	19.7	20.0	14.2	26.0	26.0	14.9	14.9	19.6	19.1	18.3	18.7	18.7	18.7
23	17.5	20.9	12.4	16.9	12.0	22.6	22.6	16.8	16.8	19.0	18.2	16.1	21.9	18.7	18.7
24	13.2	20.8	14.0	16.0	10.2	21.8	21.8	11.9	11.9	16.2	21.4	20.6	20.5	20.8	20.8
25	13.9	18.3	13.4	15.2	11.7	20.0	20.0	12.4	12.4	15.6	20.9	21.4	24.0	22.1	22.1
26	12.9	21.2	12.7	15.6	10.0	22.0	22.0	11.7	11.7	15.8	25.4	26.4	27.7	26.5	26.5
27	11.3	21.4	13.6	15.4	8.7	22.3	22.3	10.8	10.8	16.7	27.7	26.6	25.5	26.6	26.6
28	12.3	22.7	18.3	17.8	9.2	24.4	24.4	11.8	11.8	18.5	25.6	24.8	24.0	24.8	24.8
29	14.3	25.1	19.2	19.5	11.0	26.0	26.0	12.8	12.8	18.8	22.4	21.2	22.9	22.2	22.2
30	17.0	22.1	16.1	18.4	15.2	24.0	24.0	13.9	13.9	12.8	21.2	24.5	24.9	24.5	24.5
31	12.9	23.7	17.0	17.9	9.5	21.7	21.7	11.7	11.7	18.2	25.1	25.1	21.9	25.0	25.0
Moy.	14.91	21.16	16.1	17.63	11.69	23.30	23.30	13.31	13.31	16.76	21.11	20.91	21.10	21.25	21.25
Max.	19.0	26.0	20.8	21.9	13.4	28.5	28.5	18.6	18.6	18.6	22.1	22.9	24.9	25.0	25.0

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1908 — AOÛT

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 sans nuages; 10 tout à fait couvert				Durée d'insolem. heures	Eau tombée en 24 h. mm.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	82	52	66	67	SW	S	SW	1	6	6	0	4	11.35	.
2	87	55	77	73	NE	SW	W	1	0	7	3	3	11.85	.
3	63	57	93	71	SW	SW	W	2	8	10	10	9	2.1	1.0
4	75	53	61	63	SW	SW	NE	1	6	5	0	4	12.15	.
5	85	52	58	65	E	SW	NW	2	0	1	3	1	12.9	.
6	65	56	71	64	W	SW	N	2	2	6	0	3	11.85	.
7	74	51	53	59	NE	SE	N	2	0	1	0	0	12.55	.
8	75	52	79	72	NE	SW	N	1	1	1	0	1	12.55	.
9	84	61	81	75	SW	SW	NE	0	3	7	9	6	8.25	10.9
10	98	59	56	71	NE	S	NW	3	10	7	3	7	6.25	3.2
11	84	50	79	88	NE	SW	SW	0	0	2	0	1	12.45	23.8
12	87	81	96	88	NE	SW	NW	1	7	8	10	8	5.2	1.2
13	98	94	90	94	NE	SW	NW	1	10	10	2	7	4.15	7.5
14	99	67	89	85	SW	SW	SW	0	10	3	7	7	4.05	14.8
15	77	96	95	89	SW	SW	W	2	10	10	10	6	.	.
16	86	61	69	72	SW	SW	W	2	3	8	7	6	4.3	.
17	85	68	80	78	SW	SW	W	2	6	10	6	7	0.85	1.0
18	78	57	70	68	SW	SW	W	2	9	6	10	8	4.75	30.7
19	99	95	87	94	SW	SW	NW	2	10	10	1	7	0.6	20.3
20	85	52	69	69	W	SW	NW	1	4	1	3	3	7.4	.
21	67	54	77	66	SW	SW	SW	0	6	3	5	5	9.8	.
22	89	64	83	79	SE	SE	NW	0	5	7	8	7	6.6	7.5
23	94	84	95	91	E	NE	SW	2	3	8	10	7	10.7	.
24	86	62	82	77	E	SW	N	0	2	2	0	1	0.1	4.5
25	84	75	78	79	NE	SW	SW	1	10	10	3	8	10.85	.
26	87	55	80	74	NE	SE	N	1	2	7	0	3	11.5	.
27	95	62	82	80	NE	E	N	1	0	0	0	0	11.45	.
28	95	66	62	74	S	SW	N	0	0	4	8	6	9.45	.
29	85	54	70	70	SW	SW	NW	3	5	6	0	3	11.65	.
30	71	37	68	59	W	NW	NW	1	8	2	0	0	11.75	.
31	87	57	81	75	NE	S	NW	1	0	0	0	0	.	.
Mo.	81.1	62.5	76.7	74.6	4.7	5.4	3.8	4.6	4.7	5.4	3.8	4.6	250.5	126.4
													Somme	Somme

MOYENNES MENSUELLES — AOÛT 1903

		TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES											
		Altitude m.	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. (7,1, 2-9)		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.								
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0							
Neuchâtel (Observatoire) .		488	14.9	21.5	16.5	17.3	8.7	27	28.5	9	721.2												
Chamont		1128	11.2	16.4	12.9	13.3	6.0	19	23.0	9	668.7												
Cernier		800	13.4	18.7	13.5	14.8	7.5	19	23.8	8	-												
La Chaux-de-Fonds		990	12.8	18.0	12.9	14.1	7.6	26	24.1	8	679.8												
La Brévine		1089	10.8	16.3	11.7	12.7	4.9	31	23.4	14	671.5												
		HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)											
		7 h.		9 h.		7 h.		9 h.		Somme		Somme											
		1 h.	1 h.	1 h.	1 h.	1 h.	1 h.	1 h.	1 h.	Heures	Heures	mm.											
Neuchâtel (Observatoire) .		84	62	77	75	4.7	5.4	3.8	4.6	250.5	126												
Chamont		75	69	75	75	5.4	5.7	5.5	5.5	-	157												
Cernier		-	-	-	-	4.6	5.2	4.2	4.7	-	121												
La Chaux-de-Fonds		82	64	88	78	4.7	5.2	4.0	4.6	228.5	189												
La Brévine		-	-	-	-	4.6	5.1	3.6	4.4	-	173												
		FRÉQUENCE DU VENT										Eau tombée (pluie, neige)											
		N.		NE.		E.		SE.		S.						SW.		W.		NW.		Calme	
		7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.					7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	7 h.	
Neuchâtel (Observatoire) .		5	7	2	2	4	39	8	9	17													
Chamont		17	15	8	0	0	1	34	15	3													
Cernier		0	0	0	0	7	17	19	6	44													
La Chaux-de-Fonds		0	14	0	2	5	67	0	1	4													
La Brévine		0	4	0	6	3	32	0	0	48													

REMARQUES

1903 — SEPTEMBRE

- Le 1^{er}, rosée le matin ; brouillard sur l'autre rive du lac ; les Alpes visibles le soir.
- 2, rosée le matin ; brouillard sur l'autre rive du lac ; les Alpes visibles le soir.
- 3, les Alpes visibles le soir ; joran à partir de 6 h.
- 7, fort vent NW. de 2 h. à 6 h. ; quelques gouttes de pluie dans la soirée.
- 8, quelques gouttes de pluie vers le soir ; joran vers 6 h.
- 9, les Alpes visibles le soir.
- 11, quelques gouttes de pluie à 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
- 12, pluie fine intermittente jusqu'à 11 h. du matin.
- 13, pluie fine intermittente tout le jour.
- 14, pluie fine intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont tout le jour.
- 15, pluie fine intermittente à partir de 5 h. du soir.
- 16, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin ; pluie intermittente à partir de 8 h. du soir.
- 18, le ciel s'éclaircit après 7 h. du soir.
- 19, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin ; clair depuis 11 h. du matin.
- 20, brumeux ; clair à partir de midi.
- 21, brouillard en bas Chaumont à 7 h. ; brise SW. sur le lac à 1 h.
- 22, brouillard en bas Chaumont à 7 h. ; soleil visible un moment l'après-midi ; quelques gouttes de pluie après 3 h. et dans la soirée.
- 23, soleil visible à partir de 10 h.
- 24, brouillard épais sur le sol ; soleil perce vers 9 h.
- 25, averse à 5 h. $\frac{1}{4}$ du soir.
- 26, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin et sur le sol de 8 h. $\frac{1}{2}$ à 10 h. $\frac{1}{2}$.
- 27, brouillard sur le sol le matin ; clair à partir de 11 h.
- 29, brouillard sur le sol à 7 h.
- 30, brouillard épais sur le sol à 7 h.
-

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 = sans nuages; 10 = tout à fait couvert				Durée d'insolation heures	Eau tombée en 24 h. mm.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne						
1	97	55	87	80	NE 0	SW 1	W 0	0	0	0	11.5	.		
2	98	56	70	75	NE 0	S 1	NW 1	0	0	2	10.2	.		
3	90	57	61	69	NE 0	SW 1	NE 0	1	1	2	10.25	.		
4	92	49	76	72	NE 0	SW 1	NW 1	3	3	2	10.0	.		
5	93	53	75	74	NE 0	S 1	W 0	5	5	6	9.0	.		
6	88	50	69	69	SW 0	SW 1	W 0	0	0	3	10.1	.		
7	82	57	68	69	NE 0	SE 1	NW 1	4	4	10	6.05	.		
8	84	66	74	75	NE 0	SE 1	N 2	10	10	7	1.95	.		
9	81	44	52	59	W 1	SW 2	W 2	10	10	6	8.45	.		
10	66	39	71	59	NW 3	W 2	W 2	3	3	4	8.15	.		
11	47	40	65	51	SW 3	SW 3	W 2	10	10	7	1.65	0.5		
12	82	52	66	67	W 2	W 3	NW 1	10	10	5	3.95	0.7		
13	88	93	96	92	NE 2	NE 1	NE 1	10	10	10	.	20.0		
14	98	94	85	92	NE 0	NE 0	NE 1	10	10	10	.	2.7		
15	81	77	97	85	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	.	0.3		
16	94	76	93	88	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	.	1.0		
17	93	70	72	78	NE 1	NE 1	NE 2	10	10	10	1.2	.		
18	86	68	79	75	NE 2	NE 2	NE 2	10	10	3	5.85	.		
19	89	68	69	75	NE 1	SW 1	NE 2	10	10	3	4.55	.		
20	97	71	80	83	NE 0	SE 1	NE 2	10	10	0	1.75	.		
21	93	76	74	81	NE 1	SE 1	N 2	10	10	8	2.45	.		
22	94	71	94	86	NE 1	S 1	NE 0	10	10	4	6.6	.		
23	94	58	90	81	NE 0	NE 1	NE 1	10	10	4	7.4	0.5		
24	100	66	85	84	NE 0	SE 1	NE 0	9	10	8	1.4	.		
25	98	67	95	87	E 0	SW 1	NE 0	8	5	5	5.45	.		
26	98	60	90	83	NE 1	SW 1	NW 0	10	10	4	5.95	.		
27	100	67	91	86	NE 1	S 1	SE 0	10	10	5	7.65	.		
28	98	62	91	84	NE 0	SW 1	N 0	8	4	7	7.4	.		
29	99	64	83	82	NE 0	S 1	SW 0	10	10	7	4.8	.		
30	100	64	86	83	NE 0	SE 1	SW 0	10	10	7	.	.		
Moy.	90.0	63.0	79.5	77.6				7.7	5.0	4.9	153.75	25.7		
								5.9			Somme	Somme		

MOYENNES MENSUELLES - SEPTEMBRE 1903

TEMPÉRATURE DE L'AIR											PRESSION ATM. MOYENNES					
Altitude m	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/3(7,1,9)		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.			
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°					
Neuchâtel (Observatoire) .		12.1		19.2		14.2		14.9		5.6		28.7	5	722.0		
Chamont		9.3		14.1		10.7		11.2		2.0		22.6	6	668.9		
Cernier		11.0		16.9		11.7		12.8		4.4		25.4	1	—		
La Chaux-de-Fonds		10.0		15.9		10.6		11.8		3.0		26.5	4	680.1		
La Brévine		7.7		14.6		9.6		10.4		2.0		24.2	4	671.8		
HUMIDITÉ RELATIVE											NÉBULOSITÉ		DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)	
7 h.	1 h.	9 h.	Moy.		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.		Somme		Heures		Somme		mm.
90	63	79	78		7.7	5.0	4.9	5.9		133.75		132.9		38		26
86	77	82	82		4.7	4.7	4.3	4.6		—		—		—		37
—	—	—	—		6.2	5.3	4.2	5.2		—		—		—		26
87	60	87	78		5.3	6.0	4.3	5.2		—		—		—		50
—	—	—	—		4.7	5.2	3.3	4.4		—		—		—		38
FRÉQUENCE DU VENT																
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme								
2	27	0	4	5	12	7	5	28								
19	19	18	0	0	5	18	11	0								
0	6	3	2	4	12	10	5	18								
2	31	0	5	10	29	1	1	11								
0	13	2	4	4	10	0	0	57								
Neuchâtel (Observatoire) .																
Chamont																
Cernier																
La Chaux-de-Fonds																
La Brévine																

REMARQUES

1903 — OCTOBRE

- Le 1^{er}, brouillard épais sur le sol jusqu'à 11 h. du matin : pluie fine intermittente à partir de 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
2, pluie jusqu'à 10 h. $\frac{1}{4}$ du matin.
3, pluie fine intermittente à partir de 11 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
4, gouttes de pluie fine par moments le matin et le soir.
6, toutes les Alpes visibles.
7, toutes les Alpes visibles.
8, rosée le matin ; brise SE. sur le lac à 7 h. du matin et Sud à 1 h.
9, pluie intermittente jusqu'à 10 h. du matin ; le ciel s'éclaircit le soir.
10, pluie fine intermittente jusqu'à 3 h. du soir.
11, forte rosée ; toutes les Alpes visibles ; pluie fine intermittente à partir de 7 h. du soir.
12, pluie intermittente tout le jour ; brouillard en bas Chaumont à 1 h. : éclairs au SW. à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
13, pluie fine pendant la nuit ; soleil visible par moments.
14, toutes les Alpes visibles le soir.
15, brumeux le matin : pluie fine intermittente à partir de 9 h. du matin.
16, pluie fine intermittente à partir de 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir
17, pluie intermittente à partir de 12 h.
18, pluie fine intermittente tout le jour.
19, pluie fine pendant la nuit.
20, gelée blanche le matin ; brumeux dans la matinée.
21, brouillard sur le sol jusqu'à 10 h. du matin ; pluie à partir de 8 h. $\frac{3}{4}$ du soir.
22, pluie fine intermittente jusqu'à 11 h. du matin.
23, pluie intermittente tout le jour.
24, pluie fine intermittente jusqu'à 8 h. du matin ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin ; toutes les Alpes visibles le soir.
25, brouillard épais sur le sol jusqu'à 11 h. du matin ; toutes les Alpes visibles le soir.
26, brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; gouttes de pluie par moments à partir de 7 h. du soir.
27, brumeux.
28, brouillard épais sur le sol jusqu'à 9 h. du matin ; fort joran depuis 3 h. $\frac{1}{4}$ à 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
29, pluie fine intermittente tout le jour.
30, pluie tout le jour ; brouillard en bas Chaumont à 1 h.
31, pluie jusqu'à 9 h. du matin ; soleil perce à 9 h. $\frac{1}{2}$.

MOYENNES MENSUELLES — OCTOBRE 1903

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR								PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.		1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7,1,2,9)	Minimum Jour		Maximum Jour		
		0	8.5	13.0	0	0	0	0	0	24.8	7
		mm.	488	1128	800	990	1089	718.4	664.8	-	676.1
Neuchâtel (Observatoire) .											
Chamont											
Cernier											
La Chaux-de-Fonds											
La Brévine											

	Altitude	HUMIDITÉ RELATIVE				NÉBULOSITÉ				PURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)
		7 h.		1 h.		9 h.		Moy.		Somme		
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Heures	Somme	
Neuchâtel (Observatoire) .	488	90	74	85	83	7.8	7.2	6.9	7.5	97.7	102	
Chamont	1128	88	79	82	83	7.1	7.1	6.8	7.0	—	143	
Cernier	-	-	-	-	-	7.2	7.0	5.5	6.6	—	193	
La Chaux-de-Fonds	85	85	67	84	79	7.5	7.4	6.2	7.0	94.5	197	
La Brévine	-	-	-	-	-	7.8	7.2	5.7	6.9	—	207	

FRÉQUENCE DU VENT										
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme		
Neuchâtel (Observatoire) .	1	10	1	4	4	38	15	5		15
Chamont	27	4	2	2	0	2	32	21		3
Cernier	0	0	3	1	9	12	25	1		42
La Chaux-de-Fonds	0	5	1	0	5	75	0	0		9
La Brévine	0	4	2	3	1	45	0	0		38

REMARQUES

1903 — NOVEMBRE

- Le 2, brouillard sur Chaumont à 1 h.
3, brouillard sur Chaumont tout le jour.
4, brouillard en bas Chaumont tout le jour.
7, le ciel s'éclaircit vers 6 h. du soir et se couvre de nouveau après 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
8, brouillard sur Chaumont le matin : le ciel s'éclaircit vers midi.
10, pluie fine par moments jusqu'à 2 h.
11, pluie fine intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
12, gouttes de pluie fine par moments dans la matinée ; le ciel s'éclaircit après 3 h. ; les Alpes visibles le soir.
13, brouillard sur le sol par moments le matin ; soleil visible par moments à partir de 11 h. et le ciel s'éclaircit après 6 h. du soir.
14, brouillard épais sur le sol jusqu'à 1 h. $\frac{1}{2}$.
15, gouttes de pluie par moments dans la matinée et pluie intermittente de 5 h. à 7 h. du soir ; soleil visible un moment à 1 h.
16, pluie intermittente tout le jour ; brouillard en bas Chaumont à 1 h.
17, neige pendant la nuit mêlée de pluie fine qui tombe jusqu'à 1 h. ; brouillard en bas Chaumont ; le ciel s'éclaircit le soir.
18, neige fine intermittente tout le jour ; brouillard en bas Chaumont.
19, flocons de neige fine entre 3 h. et 4 h.
20, brise SSE. sur le lac à 1 h. et vers 2 h. le vent tourne au NW. ; flocons de neige fine par moments dans la soirée.
21, pluie fine intermittente tout le jour.
22, pluie pendant la nuit.
23, toutes les Alpes visibles.
24, brouillard épais sur le sol jusqu'à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
25, pluie intermittente jusqu'à 1 h. ; fort vent NW. à partir de 4 h. ; le ciel s'éclaircit complètement après 7 h. du soir.
26, flocons de neige fine mêlée de pluie fine par moments.
27, pluie fine intermittente jusqu'à 1 h. ; brouillard en bas Chaumont le matin et sur Chaumont à 1 h.
28, tempête du SW. toute la nuit et pluie intermittente tout le jour ; brouillard en bas Chaumont à 1 h.
29, toutes les Alpes visibles ; faibles brises SE. et SW. sur le lac à 7 h. du matin ; neige fine à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$.
30, neige fine pendant la nuit.

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide									
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
1	0	7.8	6.3	6.5	0	8.4	0	6.3	5.2	0	22.1	22.5	23.4	22.7	
2	5.5	8.6	7.5	6.9	4.2	9.0	5.0	4.2	6.8	5.5	23.6	24.5	25.7	24.6	
3	4.5	8.6	6.0	7.0	3.6	9.3	5.8	7.4	5.6	6.1	25.4	25.0	25.7	25.4	
4	6.3	8.6	6.0	5.5	4.5	9.1	4.5	5.0	5.3	4.9	25.3	25.1	26.1	25.5	
5	4.9	8.9	7.5	7.7	5.5	9.5	5.7	7.3	5.4	6.1	26.6	26.7	27.9	27.1	
6	6.7	8.5	5.5	6.5	4.8	9.0	5.6	6.2	5.6	4.5	28.5	28.6	29.3	28.8	
7	5.2	8.5	4.2	4.7	2.6	6.5	3.6	4.3	3.1	3.4	29.2	28.7	28.8	28.9	
8	4.0	8.0	1.9	4.5	1.5	8.8	2.9	5.9	1.8	3.5	29.0	28.1	27.9	28.3	
9	3.7	6.3	2.7	3.9	1.0	7.8	2.3	5.3	2.6	3.1	27.0	25.6	25.2	25.9	
10	2.7	6.3	7.7	8.0	1.5	10.5	5.8	7.9	5.4	6.4	25.0	24.8	25.9	25.2	
11	6.9	9.5	7.4	7.5	4.0	9.0	5.2	6.7	5.3	5.7	25.9	25.9	27.2	26.3	
12	7.1	6.1	2.7	3.5	1.0	7.6	1.4	5.3	2.4	3.0	27.9	28.1	28.5	28.2	
13	2.5	7.0	3.5	4.2	1.0	8.1	3.2	6.2	2.9	3.8	27.0	26.6	25.1	26.2	
14	3.3	5.5	4.5	4.4	2.1	6.5	3.2	5.2	4.2	4.2	23.0	21.5	20.7	21.7	
15	7.5	9.4	6.9	7.9	3.7	11.0	6.2	7.1	5.2	6.2	18.1	17.1	16.5	17.2	
16	5.3	4.5	2.8	4.2	0.6	6.5	3.9	4.5	2.7	3.6	15.8	15.5	14.7	15.3	
17	1.4	2.9	- 0.1	1.4	- 0.6	4.0	1.3	2.7	- 1.0	1.0	15.6	15.2	14.7	15.2	
18	0.4	1.1	0.5	0.7	- 1.1	1.8	- 0.1	0.8	0.4	0.4	13.1	15.7	16.9	15.9	
19	1.4	3.3	1.7	2.1	0.4	3.7	0.4	1.4	0.6	0.8	15.9	15.3	16.9	16.0	
20	1.3	2.4	1.9	1.9	1.1	3.7	0.7	1.8	0.5	1.0	18.7	19.5	20.0	19.4	
21	1.9	3.5	6.4	3.9	0.5	7.5	1.4	3.0	5.8	3.4	18.9	18.5	16.9	18.1	
22	4.5	5.2	6.0	5.2	3.5	6.5	1.9	3.4	4.3	3.2	22.4	25.3	27.9	25.2	
23	4.7	10.9	3.3	6.3	2.7	11.4	3.8	8.0	2.9	4.9	29.9	29.7	30.5	30.0	
24	1.9	9.3	8.3	6.5	0.0	10.3	1.8	7.1	6.4	5.1	28.9	27.1	26.3	27.8	
25	7.5	6.7	2.8	5.7	2.4	10.5	6.6	5.5	0.3	4.1	23.1	22.7	25.4	23.7	
26	2.5	3.1	2.9	2.8	1.3	5.6	1.1	2.4	1.8	1.8	24.0	23.2	22.7	23.3	
27	1.6	3.7	4.1	3.1	1.0	5.5	1.2	3.0	3.2	2.5	22.8	21.6	15.4	19.9	
28	5.3	2.2	3.5	3.6	1.4	6.0	4.6	2.0	2.4	3.0	03.2	04.6	02.5	03.4	
29	0.6	4.1	0.9	1.9	- 0.3	5.0	- 0.6	2.2	0.6	0.7	699.6	697.9	696.2	697.9	
30	0.4	4.3	1.4	2.0	0.1	5.5	0.3	2.8	0.3	1.1	694.3	694.2	697.0	695.2	
Moy.	3.77	6.52	4.20	4.66	3.07	7.37	2.97	1.79	3.20	3.61	21.06	20.83	20.93	20.94	

[illegible]

MOYENNES MENSUELLES — NOVEMBRE 1903

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR							PRESSION ATM. MOYENNES mm.	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. (7,1, 2, 9)	Minimum		Maximum Jour		
						Jour				
						°				
Neuchâtel (Observatoire) .	m.	°	°	°	°	°	°	°	mm.	
Chamont	488	3.8	6.0	4.2	4.5	- 1.1	18	11.4	23	720.9
Cernier	1128	0.2	2.5	0.6	1.0	- 4.6	18	10.0	9	665.8
La Chaux-de-Fonds	800	1.8	4.7	2.0	2.6	- 2.3	29	9.8	14	-
La Brévine	990	0.2	4.3	0.9	1.6	- 7.9	29	11.1	14	677.4
	1089	- 1.5	3.3	0.1	0.5	- 8.8	29	10.2	8	669.0
	Humidité relative	Nébulosité			Durée d'insolation		Eau tombée (pluie, neige)			
		7 h.	9 h.	Moy.	Somme	Heures				
								7 h.	1 h.	9 h.
Neuchâtel (Observatoire) .	89	84	86	87	9.2	8.9	7.8	8.7	11.2	68
Chamont	91	90	90	90	7.6	8.0	6.6	7.4	-	76
Cernier	-	-	-	-	8.4	7.5	7.5	7.8	-	95
La Chaux-de-Fonds	95	80	92	89	7.8	6.8	6.5	7.0	70.5	133
La Brévine	-	-	-	-	6.8	6.6	5.3	6.2	-	84
Fréquence du vent										
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calmé		
5	35	2	2	0	25	6	6	9		
28	14	11	0	0	1	16	13	7		
1	2	6	5	3	6	25	2	40		
5	17	2	2	3	42	0	4	15		
0	3	0	0	0	7	0	0	83		
Neuchâtel (Observatoire) .	5	35	2	2	0	6	6	9		
Chamont	28	14	11	0	1	16	13	7		
Cernier	1	2	6	5	3	25	2	40		
La Chaux-de-Fonds	5	17	2	2	3	0	4	15		
La Brévine	0	3	0	0	7	0	0	83		

REMARQUES

1903 — DÉCEMBRE

- Le 1^{er}, neige fine pendant la nuit et à partir de 7 h. du soir.
3, le ciel s'éclaircit complètement après 4 h. et se couvre de nouveau vers 7 h. du soir.
5, neige à partir de 2 h. $\frac{1}{4}$ mêlée de pluie dès 6 h. du soir; environ 5 cm. de neige à 5 h. du soir.
6, pluie pendant la nuit.
8, pluie fine intermittente jusqu'à 1 h.
9, toutes les Alpes visibles; pluie à partir de 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
10, pluie intermittente tout le jour; temps brumeux.
11, pluie pendant la nuit et à partir de 1 h. $\frac{1}{2}$; brouillard sur Chaumont.
12, pluie pendant la nuit; temps brumeux.
13, brouillard en bas Chaumont.
14, pluie pendant la nuit et à partir de 1 h. et neige depuis 8 h. à midi.
15, soleil visible par moments à partir de 10 h. $\frac{1}{2}$.
16, gelée blanche; neige de 9 h. $\frac{1}{2}$ à 1 h.; temps brumeux.
17, neige fine pendant la nuit et brouillard sur le sol à partir de 8 h. du matin.
18, brouillard sur le sol tout le jour.
19, brouillard sur le sol tout le jour.
20, brouillard épais sur le sol tout le jour.
21, brouillard épais sur le sol tout le jour.
22, brouillard épais sur le sol tout le jour.
23, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
24, givre sur le sol le matin; temps brumeux et le soir brouillard et givre sur le sol.
25, brouillard épais et givre sur le sol; brouillard se dissipe pour un moment vers 4 h.
26, grésil pendant la nuit, givre, temps brumeux.
27, brouillard sur Chaumont.
28, brouillard sur Chaumont; gouttes de pluie fine dans la soirée.
30, brouillard sur Chaumont et sur le lac à 1 h.
31, brouillard sur Chaumont à 1 h.
-

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide			Moyenne	°	700 ^m = +			Moyenne	mm.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	°	Minim.	Maxim.	°	7 h.	1 h.	9 h.	°	7 h.	1 h.	9 h.
1	-0.3	1.7	0.3	0.6	-0.6	2.5	-0.4	0.7	-0.4	0.2	0.2	0.2	699.2	01.0	05.8
2	-0.3	1.6	-0.1	0.4	-0.7	2.5	-0.8	0.2	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	10.0	12.6	17.6
3	-0.6	1.7	-0.4	0.2	-2.2	2.8	-1.2	0.4	-1.7	-1.7	-0.8	-0.8	21.0	21.3	20.9
4	-2.7	-0.3	-0.9	-1.3	-3.3	0.9	-3.5	-1.2	-2.2	-2.2	-2.3	-2.3	17.7	14.8	11.6
5	-1.5	0.2	0.8	-0.2	-2.0	2.0	-2.2	-0.3	0.1	0.1	-0.8	-0.8	07.7	02.6	00.5
6	2.4	2.9	1.7	2.3	0.5	4.0	1.5	0.6	0.0	0.0	0.7	0.7	03.5	06.0	10.5
7	-0.7	1.8	0.9	0.7	-1.4	2.5	-1.4	0.2	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	13.5	11.6	09.4
8	2.2	3.9	2.9	3.0	0.2	4.7	1.8	3.0	2.0	2.0	2.3	2.3	11.4	12.7	15.5
9	2.1	4.7	3.1	3.3	0.4	6.5	1.4	3.0	2.5	2.5	2.3	2.3	16.6	15.0	13.9
10	3.0	4.1	4.1	3.7	2.5	5.4	2.8	3.9	3.8	3.8	3.5	3.5	12.1	11.5	13.1
11	3.2	4.6	2.7	3.5	2.3	5.2	3.1	4.1	2.6	2.6	3.3	3.3	13.0	12.5	13.1
12	2.2	3.3	2.5	2.6	1.7	4.5	2.1	3.2	1.8	1.8	2.4	2.4	13.6	12.9	12.3
13	1.3	1.9	1.3	1.5	1.0	2.7	0.8	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	11.7	11.0	10.8
14	1.7	2.1	2.0	1.9	0.3	3.5	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.8	13.5	14.4	15.8
15	2.5	5.1	-0.2	2.5	-0.6	6.1	2.4	3.6	-0.4	-0.4	1.9	1.9	15.8	15.0	13.9
16	-1.3	-0.5	-0.1	-0.6	-2.4	0.7	-1.6	-0.1	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	12.8	12.3	13.1
17	0.0	-0.4	-1.3	-0.6	-1.5	0.7	-0.1	-0.5	-1.4	-1.4	-0.7	-0.7	15.1	16.5	18.0
18	-1.9	-1.5	-2.0	-1.8	-2.5	-0.5	-0.5	-1.6	-2.1	-2.1	-1.9	-1.9	17.5	16.1	16.0
19	-2.3	-1.7	-1.1	-1.7	-2.6	0.0	-2.4	-1.8	-1.2	-1.2	-1.8	-1.8	16.1	16.5	18.6
20	-1.5	-0.1	-0.5	-0.6	-1.9	0.8	-1.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	20.8	21.9	25.8
21	-0.5	-0.5	-0.7	-0.5	-1.0	1.0	-0.6	-0.5	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	27.3	28.3	29.6
22	-2.5	-2.3	-2.1	-2.3	-3.0	-1.0	-2.6	-2.4	-2.2	-2.2	-2.4	-2.4	29.3	28.1	26.6
23	-2.7	-2.5	-2.8	-2.7	-3.1	-1.7	-2.8	-2.6	-3.0	-3.0	-2.8	-2.8	22.1	19.3	18.4
24	-1.9	-1.8	-2.3	-2.0	-3.1	-1.5	-2.2	-1.9	-2.4	-2.4	-2.2	-2.2	18.6	17.8	17.7
25	-3.5	-2.4	-2.5	-2.7	-4.0	-0.5	-3.6	-2.5	-2.4	-2.4	-1.8	-1.8	17.9	17.1	16.8
26	-1.1	-1.2	-1.7	-1.3	-2.4	-0.3	-1.4	-1.8	-2.2	-2.2	-1.8	-1.8	16.3	16.1	17.3
27	-2.0	-2.1	-2.3	-2.1	-3.0	-1.5	-2.6	-2.8	-2.8	-2.8	-2.7	-2.7	16.8	16.9	17.6
28	-2.8	-2.1	-1.3	-2.1	-3.0	0.2	-3.3	-3.0	-1.8	-1.8	-2.7	-2.7	18.3	18.0	17.4
29	-5.5	-5.9	-6.5	-6.0	-6.5	-4.7	-6.4	-6.5	-7.2	-7.2	-6.7	-6.7	15.6	15.7	18.4
30	-7.3	-6.4	-7.1	-6.9	-7.5	-4.5	-8.0	-6.8	-7.4	-7.4	-7.4	-7.4	18.4	17.6	16.5
31	-7.3	-5.5	-5.9	-6.2	-7.7	-4.5	-7.7	-6.0	-6.5	-6.5	-6.7	-6.7	14.0	13.1	14.1
Moy.	-0.96	0.09	-0.62	-0.50	-1.81	1.21	-1.32	-0.55	-1.08	-0.97	15.38	15.01	15.68	15.37	15.37

Moy. 1.17 1.1 2 9) : -0.53

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 = sans nuages ; 10 = tout à fait couvert				Durée heures	Eau tombée en 24 h. mm. à 7 h. m. de l'aurore au lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	100	84	100	95	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	10	1.8	
2	93	78	89	87	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	10	.	
3	91	86	78	85	NE 1	NE 2	NE 1	NE 1	10	8	10	9	.	
4	86	86	78	83	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	9	10	10	.	
5	89	98	89	92	NW 1	NE 0	NE 0	W 1	3	10	10	8	24.1	
6	86	65	72	74	W 2	NW 2	E 1	E 1	10	10	10	10	.	
7	89	74	79	81	W 1	NE 2	SW 2	SW 2	4	7	10	7	6.0	
8	95	87	87	90	SW 3	SW 3	SW 1	SW 1	9	8	10	9	0.3	
9	89	75	92	85	NE 0	SE 0	SE 0	N 0	10	10	10	10	19.9	
10	98	98	98	98	NE 0	NE 0	NE 0	NW 1	10	10	10	10	9.4	
11	100	94	100	98	SE 0	W 1	SE 1	SE 1	10	10	10	10	.	
12	100	100	93	98	NW 0	W 0	N 0	N 0	10	10	10	10	.	
13	93	93	100	95	N 0	NW 1	W 0	W 0	10	10	10	10	4.5	
14	100	96	100	99	NE 0	SE 1	NE 0	NW 1	10	7	5	7	8.3	
15	100	79	98	92	NE 0	NE 0	NE 0	NW 1	10	10	10	10	.	
16	96	100	96	97	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	10	1.8	
17	100	100	100	100	NE 1	NE 1	NE 1	NE 0	10	10	10	10	.	
18	100	100	100	100	NE 1	NE 1	NE 1	NE 0	10	10	10	10	.	
19	100	100	100	100	NE 0	NE 1	NE 1	N 0	10	10	10	10	.	
20	100	96	100	99	NE 0	NE 0	NE 0	N 0	10	10	10	10	.	
21	100	98	100	99	NE 0	NE 0	NE 0	N 0	10	10	10	10	.	
22	100	100	100	100	NE 1	NE 1	NE 0	NE 1	10	10	10	10	.	
23	100	100	98	99	NE 0	NE 1	NE 1	N 0	10	10	10	10	.	
24	96	100	100	99	NE 0	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	10	.	
25	100	100	100	100	NE 1	NE 0	NE 0	NE 1	10	10	10	10	.	
26	96	91	92	93	NE 2	NE 2	NE 0	NE 0	10	10	10	10	.	
27	90	88	92	90	NE 1	NE 1	NE 2	NE 2	10	10	10	10	.	
28	92	81	92	89	NE 1	NE 2	NE 2	NE 2	10	10	10	10	.	
29	81	88	85	85	NE 2	NE 3	NE 2	NE 2	10	10	10	10	.	
30	84	92	94	90	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	10	10	.	
31	92	90	93	92	NE 1	NE 1	NE 1	NE 0	10	10	10	10	.	
Moy.	94.7	91.0	93.4	93.0					9.5	9.6	9.8	9.7	80.2	
									0.0	0.0	0.0	0.0	Somme	

REMARQUES

1904 — JANVIER

- Le 1^{er}, brouillard sur Chaumont le matin et sur le sol le soir.
2, brouillard épais et givre sur le sol tout le jour.
3, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
4, brouillard et givre sur le sol; le brouillard se dissipe par moments à partir de 3 h.
5, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
6, brouillard et givre sur le sol tout le jour.
7, givre sur le sol tout le jour et temps brumeux pendant le jour.
8, givre sur le sol et temps brumeux le matin; brise SW. à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin sur le lac; pluie à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir et forts coups de vent d'Ouest vers 10 h.
9, pluie pendant la nuit; neige et givre ont complètement disparu pendant la nuit.
13, gouttes de pluie fine par moments jusqu'à 11 h. du matin et à partir de 9 h. du soir; toutes les Alpes visibles à 1 h.
14, pluie intermittente tout le jour, avec un vent d'Ouest d'une violence extraordinaire, surtout pendant l'après-midi.
15, pluie pendant la nuit et flocons de neige par moments à partir de 11 h. du matin.
16, neige intermittente mêlée de pluie tout le jour; brouillard en bas Chaumont à 1 h.
17, flocons de neige fine par moments dans la matinée.
19, neige fine intermittente jusqu'à 2 h.; soleil visible par moments pendant l'après-midi.
21, flocons de neige très fine par moments à partir de 2 h.; brouillard sur Chaumont à 1 h.
23, brouillard sur Chaumont à 1 h.
25, temps brumeux à 7 h. du matin et brouillard et givre sur le sol dès 8 h. du matin.
26, brouillard et givre sur le sol tout le jour et temps brumeux le soir.
27, givre sur le sol; temps brumeux.
28, soleil visible par moments de midi à 2 h. et brouillard sur le sol à partir de 2 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
29, brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin; soleil visible par instants de 12 h. $\frac{1}{2}$ à 2 h. et gouttes de pluie fine après 2 h.
30, brouillard épais sur le sol de 7 h. à 12 h.; soleil visible par moments à partir de midi.
31, pluie pendant la nuit et à partir de 5 h. du soir; brise SW. sur le lac à 7 h. du matin et brouillard sur le sol de 7 h. $\frac{1}{2}$ à 9 h. du matin; brouillard en bas Chaumont à 1 h.
-

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATMOSPHÉRIQUE			
	Thermomètre sec					Thermomètre humide					700 ^{mm} +			
	Therm. extr.													
7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	mm.	mm.	mm.	mm.	
1	-4.6	-1.5	-1.9	-2.7	-7.0	-0.7	-2.0	-2.0	-3.0	16.7	17.5	20.9	18.4	
2	-2.7	-1.9	-2.5	-2.4	-5.3	-1.2	-2.8	-2.6	-2.5	22.2	22.4	22.3	22.3	
3	-4.7	-3.9	-4.7	-4.4	-5.0	-3.0	-4.8	-4.0	-4.5	21.5	19.0	18.4	19.6	
4	-3.5	-2.1	-3.8	-3.1	-5.0	-0.7	-3.6	-2.2	-3.2	18.1	17.6	15.7	17.1	
5	-3.5	-2.7	-3.6	-3.5	-4.7	-1.5	-3.6	-2.8	-3.1	15.8	16.4	19.9	17.4	
6	-4.4	-3.1	-4.7	-4.4	-5.1	-2.5	-4.5	-4.3	-4.5	21.8	23.2	25.6	23.5	
7	-4.7	-3.1	-2.6	-3.5	-5.2	-1.5	-4.8	-3.3	-3.7	25.7	25.5	25.7	25.6	
8	-3.8	-1.9	1.8	-1.3	-4.3	-2.8	-4.0	-2.2	-2.1	24.5	21.0	16.8	20.8	
9	4.1	5.0	3.9	4.3	1.5	6.3	2.9	3.0	2.3	19.6	21.2	25.0	21.9	
10	-0.2	4.4	1.2	1.8	-1.5	3.3	-0.9	2.0	0.3	24.6	22.0	22.1	22.9	
11	-2.5	0.5	-0.7	-1.0	-3.5	1.1	-2.7	-0.6	-1.5	22.3	21.2	21.1	21.9	
12	0.1	2.4	5.8	2.8	-1.2	7.7	-0.6	1.3	1.6	19.2	18.4	19.1	18.9	
13	6.0	7.3	6.9	6.7	4.8	9.5	4.5	6.1	5.5	18.3	17.2	15.9	17.1	
14	8.4	9.3	5.1	7.6	3.1	10.0	6.1	7.2	5.3	11.7	10.2	14.6	12.2	
15	3.3	4.3	2.3	3.5	1.2	5.8	1.4	1.9	1.6	16.1	17.9	19.8	17.9	
16	1.6	2.2	0.4	1.4	-0.5	3.0	1.2	1.8	0.6	16.6	14.2	18.0	16.5	
17	-1.3	0.7	-1.2	-0.6	-3.0	1.5	-2.0	-0.2	-1.4	21.6	22.7	25.5	23.3	
18	-3.7	0.1	-4.6	-2.7	-5.0	0.9	-4.2	-0.8	-3.3	26.5	25.9	24.8	25.7	
19	-4.5	-1.6	-2.4	-2.8	-4.9	-0.5	-4.8	-2.2	-3.6	22.2	21.6	24.8	22.9	
20	-2.7	-2.3	-2.3	-2.4	-3.0	1.0	-3.6	-3.4	-3.3	25.0	25.5	26.3	25.6	
21	-2.3	-1.8	-1.9	-2.0	-3.0	1.0	-2.8	-2.4	-2.4	26.0	25.3	25.2	25.5	
22	-0.5	-0.9	-1.6	-1.0	-2.5	0.3	-1.4	-1.6	-1.7	26.0	27.6	28.2	27.5	
23	-2.0	-1.7	-2.5	-2.1	-2.7	-0.8	-2.4	-2.6	-2.7	29.7	29.2	28.6	29.2	
24	-3.7	-2.7	-4.5	-3.6	-4.6	-1.8	-4.1	-3.5	-4.1	27.9	25.5	24.4	25.9	
25	-5.3	-4.2	-5.1	-4.9	-5.6	-3.2	-5.4	-4.3	-5.0	23.3	22.1	22.7	22.7	
26	-5.9	-3.4	-3.7	-4.3	-6.0	-2.0	-6.0	-3.5	-4.4	23.2	25.7	25.5	24.1	
27	-4.1	-2.2	-2.9	-3.1	-4.4	-1.0	-4.2	-2.7	-3.0	26.4	25.8	26.7	26.3	
28	-4.3	-1.5	-2.6	-2.8	-4.7	0.0	-4.4	-2.1	-3.1	25.7	24.5	24.6	24.9	
29	-2.8	1.2	1.9	0.1	-3.0	4.0	-2.9	-0.1	-0.5	25.5	25.5	24.7	25.2	
30	0.6	1.9	1.5	1.3	0.0	4.5	0.4	1.5	0.9	22.4	19.0	15.3	18.9	
31	1.8	2.8	1.5	2.0	0.2	3.7	1.7	2.2	1.3	13.2	10.7	10.1	11.5	
Moy.	1.67	-0.03	-0.89	-0.87	-2.81	1.13	-0.83	-1.57	1.33	21.91	21.27	21.88	21.68	

MOYENNES MENSUELLES — JANVIER 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR															PRESSIONS ATM. MOYENNES	
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/4 (7,1,9)		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.			
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
Neuchâtel (Observatoire) .		- 1.7	0.0	- 0.9	- 0.9	- 0.9	- 7.0	1	10.0	14	721.7					
Chamont		- 4.0	- 0.2	- 2.7	- 2.4	- 2.7	- 9.5	22	5.0	26	665.7					
Cernier		- 4.5	- 1.3	- 3.6	- 3.3	- 3.6	- 10.8	5	5.8	14	-					
La Chaux-de-Fonds . . .		- 5.9	- 0.1	- 4.5	- 3.8	- 4.5	- 15.5	26	5.0	13	677.1					
La Brévine		- 8.5	- 3.4	- 6.7	- 6.3	- 6.7	- 21.4	26	4.2	14	668.9					
															Eau tombée (pluie, neige)	
HUMIDITÉ RELATIVE															DURÉE D'INSOLATION	
		1 h.	9 h.	Moy.		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.		Somme		Heures		mm.	
Neuchâtel (Observatoire) .		89	90	91	91	9.7	9.4	9.3	9.4	6.6	6.6		6.6		36	
Chamont		75	75	75	75	6.4	5.5	5.3	5.7	—	—		—		43	
Cernier		-	-	-	-	7.5	7.0	6.9	7.1	—	—		—		41	
La Chaux-de-Fonds . . .		90	77	88	85	5.3	5.0	5.2	5.2	48.2	48.2		48.2		76	
La Brévine		-	-	-	-	4.5	4.5	4.2	4.4	—	—		—		68	
															FRÉQUENCE DU VENT	
		N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme						
Neuchâtel (Observatoire) .		5	36	1	0	0	16	5	5	25						
Chamont		38	16	8	1	0	1	11	10	8						
Cernier		2	1	7	4	2	2	13	1	61						
La Chaux-de-Fonds . . .		1	15	3	4	16	26	0	0	28						
La Brévine		0	11	0	5	1	17	0	0	59						

REMARQUES

1904 — FÉVRIER

- Le 1^{er}, pluie pendant la nuit.
2, le vent tourne au Sud vers 10 h. du matin ; neige intermittente à partir de 10 h. $\frac{1}{2}$ et mêlée de pluie dès 1 h. $\frac{3}{4}$; environ 4 cm. de neige à 1 h. et 13 cm. à 9 h. du soir.
3, pluie tout le jour mêlée de neige de 9 h. à 12 h. du matin ; temps brumeux l'après-midi.
4, pluie fine intermittente jusqu'à 10 h. du matin et à partir de 4 h. du soir ; brouillard sur le lac de 8 h. à 12 h.
5, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin : pluie fine intermittente à partir de 2 h.
7, les Alpes visibles le matin.
8, pluie fine pendant la nuit et à partir de 2 h. de l'après-midi ; grésil par moments entre 8 et 9 h. du matin ; toutes les Alpes visibles à 1 h.
9, pluie faible pendant la nuit ; toutes les Alpes visibles à 1 h. ; fort vent d'Ouest à partir de 10 h. du soir.
10, pluie pendant la nuit et à partir de 4 h. du soir ; les Alpes visibles le matin.
11, pluie jusqu'à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin et à partir de 3 h. $\frac{1}{4}$ du soir ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin.
12, pluie intermittente mêlée de grésil jusqu'à 8 h. du matin ; toutes les Alpes visibles à 1 h.
13, toutes les Alpes visibles le matin ; forts coups de vent d'Ouest entre 11 h. et midi et pluie intermittente depuis 11 h. du matin à 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir ; clair par moments le soir.
14, les Alpes visibles le matin ; pluie à partir de 1 h. $\frac{1}{4}$ et neige dès 3 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
15, neige jusqu'à 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin et pluie fine intermittente dès 4 h. du soir.
16, neige jusqu'à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin et dès 8 h. du soir ; soleil visible par moments à partir de 9 h. $\frac{1}{2}$, toutes les Alpes visibles le soir.
17, neige mêlée de pluie pendant la nuit et pluie intermittente depuis 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin.
18, neige fine pendant la nuit et à partir de 3 h. $\frac{1}{2}$ du soir ; ciel clair le matin.
19, neige fine jusqu'à 7 h. du matin et entre 7 h. et 8 h. du soir ; fort vent du Nord à partir de 11 h. du matin.
20, toutes les Alpes visibles à 7 h. du matin et neige fine à partir de 1 h. $\frac{3}{4}$.
21, pluie faible pendant la nuit ; les Alpes visibles à 1 h.
22, pluie fine intermittente tout le jour ; les Alpes visibles le matin.
23, pluie fine intermittente jusqu'à 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin ; soleil perce par moments vers 10 h.
24, flocons de neige fine pendant la nuit et à partir de 12 h.
25, flocons de neige fine de 3 h. $\frac{1}{2}$ à 4 h. du soir.

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +			
	Thermomètre sec			Thermomètre humide						
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	1.4	3.7	0	0	0	5.2	0	2.6	0.5	1.3
2	-0.7	0.0	0.1	-0.2	-1.6	1.6	-1.0	-0.1	0.0	-0.4
3	0.5	1.4	1.4	1.1	-0.1	3.0	0.4	1.3	1.3	1.0
4	1.1	3.1	1.9	2.0	0.7	4.0	1.0	3.0	1.8	1.9
5	1.5	1.3	1.7	1.5	1.0	2.5	1.4	1.2	1.6	1.4
6	2.1	5.8	1.5	3.1	0.6	6.8	1.4	4.2	0.4	2.0
7	0.8	3.9	1.1	1.9	0.4	5.3	0.2	2.7	0.5	1.1
8	3.4	7.5	5.1	5.3	-0.7	8.5	2.9	4.9	3.7	3.8
9	3.7	7.9	5.8	5.8	3.2	9.0	2.0	4.4	2.9	3.1
10	4.3	7.0	8.0	6.4	3.8	9.0	2.9	4.2	6.5	4.5
11	8.4	9.0	5.9	7.8	4.4	10.1	8.1	6.2	3.5	5.9
12	3.5	7.5	4.3	5.1	2.5	8.8	2.3	4.9	2.4	3.2
13	1.5	4.9	5.3	3.9	0.6	8.2	0.4	3.7	3.6	2.6
14	5.5	7.5	0.3	4.4	0.0	8.5	5.0	2.3	0.5	2.9
15	0.2	3.9	0.9	1.7	0.0	4.5	0.1	2.3	0.0	0.3
16	0.2	2.0	0.1	0.8	-0.5	3.8	0.0	0.8	0.0	0.3
17	4.5	5.8	3.7	4.7	-0.4	7.2	3.8	5.3	2.4	3.8
18	1.5	5.4	0.5	2.5	0.3	7.5	0.1	2.6	0.2	1.0
19	0.2	2.9	0.6	1.2	-0.5	4.5	-0.3	1.0	-1.2	-0.2
20	-2.3	1.0	0.3	-0.3	-3.6	1.7	-2.9	-0.3	-0.1	-1.1
21	2.7	8.1	5.1	5.3	0.0	9.8	2.5	6.4	3.4	4.0
22	5.0	6.5	4.3	5.2	3.4	7.3	3.9	5.3	2.8	4.0
23	2.9	3.6	1.4	2.6	1.1	6.3	2.4	1.6	-0.2	1.3
24	-2.3	0.0	-1.7	-1.3	-2.5	2.4	-3.3	-1.4	-2.8	-2.5
25	-1.9	0.1	-2.0	-1.3	-2.4	1.0	-3.4	-2.2	-3.8	-3.1
26	-4.9	1.1	-2.7	-2.2	-5.5	2.7	-6.4	-1.7	-4.2	-4.1
27	-7.3	1.2	-1.4	-2.5	-7.5	2.5	-7.9	-1.0	-2.8	-3.9
28	-3.3	0.0	-2.1	-1.8	-4.2	1.3	-4.8	-2.0	-3.4	-3.4
29	-3.7	1.7	-1.3	-1.1	-5.2	2.7	-5.2	-0.8	-2.8	-2.9
Moy.	0.98	3.92	1.70	2.20	-0.43	5.46	0.10	2.21	0.38	0.98
							13.61	13.31	13.66	13.55

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 = sans nuages; 10 = tout à fait couvert				Purée d'insolation heures	Ran tombée du lendemain Mm. à 7 h. p. en 24 h.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	89	83	91	88	W 1	E 0	NE 0	10	9	10	10	10	.	mm.
2	96	100	100	99	NE 1	NE 0	NE 0	10	10	10	10	10	42.2	.
3	100	100	100	100	NE 0	NE 0	N 0	10	10	10	10	10	24.1	.
4	100	100	100	100	N 0	NW 1	W 0	10	10	10	10	10	5.0	.
5	100	100	100	100	NE 1	NE 0	NW 1	10	10	10	10	10	0.8	.
6	89	78	82	83	W 1	W 1	W 1	10	3	2	5	5	2.8	.
7	91	82	91	88	NE 1	SW 1	W 0	10	9	2	7	7	1.9	.
8	93	66	80	80	W 1	W 2	SW 3	10	10	10	10	10	8.7	.
9	74	56	60	63	SW 1	SW 2	SW 2	8	7	10	8	8	2.9	.
10	80	63	82	75	SW 2	SW 3	SW 3	10	8	10	9	9	0.15	.
11	97	66	67	77	SW 3	SW 3	SW 3	10	9	6	8	8	0.15	.
12	82	66	72	73	W 2	SW 2	W 1	10	7	7	8	8	4.9	.
13	82	83	76	80	NE 1	SW 2	W 2	10	10	3	8	8	0.5	.
14	74	68	100	81	SW 3	SW 3	SW 2	8	10	10	9	9	3.0	.
15	100	76	95	90	SW 3	SW 3	SW 3	10	8	10	9	9	18.8	.
16	98	81	100	93	SW 2	SW 2	SW 3	10	10	10	10	10	10.1	.
17	91	94	81	89	SW 3	SW 2	SW 2	10	10	10	10	10	17.8	.
18	78	61	96	78	W 2	SW 2	W 1	10	7	10	9	9	12.2	.
19	92	70	71	78	NE 0	N 2	N 2	10	4	4	6	6	3.76	.
20	90	79	94	88	SW 1	SW 2	W 2	9	10	10	10	10	5.1	.
21	95	78	75	83	W 2	W 2	NW 2	9	8	3	7	7	4.9	.
22	85	87	78	83	SW 2	SW 2	NW 2	10	10	10	10	10	2.75	.
23	93	70	74	79	W 1	N 2	N 2	10	10	10	10	10	0.56	.
24	82	77	80	80	NE 3	NE 3	NE 3	10	9	4	6	6	3.6	.
25	73	61	67	67	NE 3	NE 3	NE 2	10	9	9	10	10	8.3	.
26	68	55	71	65	NE 1	E 2	NE 2	2	3	0	2	2	4.45	.
27	87	66	75	76	NE 1	SE 1	NE 1	3	5	0	3	3	4.45	.
28	71	66	76	71	NE 2	NE 2	NE 2	10	10	9	10	10	4.36	.
29	70	61	74	68	NE 2	NE 2	N 2	10	3	10	8	8	4.36	.
Mo.	86.9	75.6	83.0	81.9				9.1	8.2	7.6	8.3	44.4	189.4	Somme

MOYENNES MENSUELLES — FÉVRIER 1904

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR							PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7, 1, 2-9)	Minimum		Maximum		
						Jour	°	Jour		°
Neuchâtel (Observatoire) .	488	1.0	3.9	1.7	2.1	7.5	27	10.1	11	713.5
Charmont	1128	- 3.3	- 0.7	- 2.6	- 2.3	- 9.8	29	5.0	8	658.4
Cernier	800	- 1.1	1.7	- 0.5	- 0.1	- 10.8	27	6.6	10	-
La Chaux-de-Fonds . . .	990	- 2.0	0.9	- 1.7	- 1.1	- 16.4	27	6.8	8	669.9
La Brévine	1089	- 3.6	- 0.3	- 2.5	- 2.2	- 19.6	27	5.8	13	661.7
	Humidité Relative	NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)		
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Heures	Somme			
									°	°
									mm.	mm.
Neuchâtel (Observatoire) .	87	76	83	82	9.1	8.2	7.6	8.3	44.4	189
Charmont	90	89	88	89	8.9	8.0	7.6	8.2	—	187
Cernier	-	-	-	-	8.8	8.7	8.0	8.5	—	229
La Chaux-de-Fonds . . .	89	77	88	84	8.8	7.9	7.9	8.2	41.1	253
La Brévine	-	-	-	-	8.9	8.1	8.2	8.4	—	203
FRÉQUENCE DU VENT										
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme		
5	19	1	1	0	30	15	4	12		
25	8	4	1	0	1	23	22	3		
3	3	4	1	5	14	15	2	40		
1	20	1	1	14	41	1	0	8		
0	2	0	6	0	33	0	0	46		
Neuchâtel (Observatoire) .										
Charmont										
Cernier										
La Chaux-de-Fonds . . .										
La Brévine										

REMARQUES

1904 — MARS

- Le 1^{er}, neige fine intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 2, neige fine pendant la nuit.
 - 3, temps brumeux, vent SW. à 4 h.
 - 4, givre sur le sol et brouillard de 8 h. à 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; ciel clair par moments le soir.
 - 5, temps brumeux ; soleil visible un moment à 3 h. $\frac{1}{2}$.
 - 6, temps brumeux ; soleil visible par moments l'après-midi ; éclairs vers 9 h. du soir.
 - 7, Gelée blanche et brouillard épais sur le sol jusqu'à 12 h. ; soleil visible un moment entre 12 et 1 h.
 - 8, fœhn à 3 h. $\frac{1}{2}$; clair le soir ; éclairs lointains au NE. à 9 h.
 - 9, les Alpes visibles à travers la brume le matin ; brise NE. sur le lac à 1 h. ; vent SW. à 3 h. $\frac{1}{2}$ et forts coups du NW. de 4 h. à 6 h. ; pluie fine à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
 - 10, pluie fine pendant la nuit et gouttes par moments à partir de 8 h. du soir.
 - 11, fort vent NW. vers le matin.
 - 12, neige pendant la nuit ; environ 2 cm. tombée jusqu'au matin.
 - 14, gelée blanche et brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h. du matin ; les Alpes visibles le soir.
 - 15, gelée blanche le matin ; toutes les Alpes visibles l'après-midi.
 - 16, pluie pendant la nuit ; brouillard en bas Chaumont et sur le lac à 7 h. du matin ; gouttes de pluie par moments vers le soir.
 - 17, pluie intermittente jusqu'à 7 h. du matin ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin.
 - 18, brouillard sur le sol de 7 h. $\frac{1}{4}$ à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; fort joran de 3 h. $\frac{1}{2}$ à 7 h. du soir.
 - 19, gouttes de pluie fine par moments dans la soirée.
 - 20, pluie pendant la nuit ; Chaumont *gris* de neige le matin.
 - 21, gelée blanche le matin.
 - 22, gelée blanche le matin ; nuages orageux au NE. ; fort joran depuis 2 h. à 7 h. du soir.
 - 23, pluie fine mêlée de flocons de neige de 7 h. $\frac{1}{4}$ à 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin et à partir de 2 h. de l'après-midi.
 - 25, temps brumeux le matin à 7 h. ; soleil visible dans la matinée ; gouttes de pluie vers 9 h. du soir.
 - 26, pluie pendant la nuit ; joran à 6 h. du soir.
 - 27, temps brumeux à 7 h. du matin.
 - 28, temps brumeux à 7 h. du matin.
 - 29, pluie intermittente à partir de 6 h. du soir et fort vent d'Ouest le soir.
 - 30, pluie intermittente jusqu'à 12 h., mêlée de flocons de neige depuis 10 h. et neige intermittente depuis 1 h. à 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
 - 31, neige fine pendant la nuit et grésil par moments vers le soir ; le ciel s'éclaircit vers 9 h. du soir.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE) 1904 — MARS

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec			Thermomètre humide			700 ^{mm} +				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	mm.
1	-3.9	-1.4	"	-2.8	-4.2	"	-1.5	-2.5	-3.2	-3.5	11.7
2	-3.8	1.7	0.5	-0.5	-5.0	-0.5	-4.5	-0.1	-0.7	-1.7	12.8
3	-1.1	3.1	0.5	0.8	-4.0	4.2	-1.8	1.4	-0.2	-0.2	15.6
4	-2.5	4.5	1.6	1.2	-2.9	8.1	-2.8	2.6	0.8	0.8	15.9
5	0.5	2.9	0.9	1.4	0.0	-4.6	0.2	2.0	0.4	0.9	16.2
6	1.0	3.4	1.5	2.0	0.3	6.3	0.7	2.7	1.2	1.5	14.0
7	-1.5	3.1	4.5	2.1	-2.0	7.0	-1.6	2.6	2.9	1.5	14.9
8	1.2	8.4	4.7	4.8	0.5	11.7	0.8	5.8	3.0	3.2	15.1
9	3.6	10.1	8.6	7.4	2.7	12.0	2.9	7.4	6.6	5.6	13.9
10	3.8	10.6	6.3	6.9	3.0	12.3	3.4	8.0	5.2	5.5	16.1
11	-1.9	5.7	1.0	2.2	0.7	5.0	0.2	0.4	-0.2	0.1	15.2
12	-1.2	2.5	1.9	1.1	-1.5	3.5	-1.6	0.5	0.6	-0.2	18.0
13	1.4	5.9	1.4	2.9	1.0	8.0	0.4	3.1	0.2	1.2	22.1
14	-2.4	7.8	3.1	2.8	-3.5	11.2	-2.6	4.9	1.1	1.1	19.3
15	-1.1	10.0	9.3	6.1	-2.0	12.0	-1.6	5.8	6.4	3.5	15.3
16	5.3	10.1	6.9	7.4	-4.7	11.5	5.0	8.1	5.6	6.2	15.3
17	4.7	9.4	6.7	6.9	4.2	11.0	4.4	7.7	6.0	6.0	16.7
18	5.4	12.0	6.9	7.1	2.5	13.6	3.2	8.4	3.8	5.1	13.5
19	0.4	8.5	4.5	4.4	-0.5	10.5	-0.4	5.1	3.9	2.9	18.5
20	3.4	9.7	4.5	5.9	2.6	10.9	2.3	6.2	3.0	3.8	23.5
21	0.1	11.2	7.5	6.5	-1.3	15.0	-0.2	7.4	5.0	4.1	23.1
22	2.1	14.8	8.0	8.5	0.6	15.8	1.6	9.4	6.0	5.7	20.4
23	4.6	5.8	1.9	4.1	1.7	8.0	2.2	3.5	1.4	2.4	21.6
24	1.9	3.5	3.2	2.9	1.0	5.0	1.2	1.6	1.6	1.5	20.6
25	0.5	7.5	5.1	4.2	-1.0	8.5	0.1	4.9	3.4	2.8	15.1
26	3.2	9.8	8.5	7.2	2.0	11.7	2.9	6.6	5.5	4.9	14.2
27	6.8	8.6	7.1	7.5	6.4	9.2	5.7	6.8	6.0	6.2	17.5
28	6.7	9.3	7.9	8.0	5.7	11.0	5.6	7.8	6.8	6.7	20.3
29	6.5	9.5	6.0	7.5	5.5	10.8	5.6	7.5	5.8	6.2	19.1
30	4.6	4.2	0.9	3.2	0.1	6.5	4.5	7.3	0.2	2.4	21.3
31	0.7	5.8	1.5	2.6	-0.5	8.7	0.5	3.5	0.4	1.5	19.4
Moy.	1.63	6.96	1.17	1.26	0.54	8.87	1.03	1.53	2.85	2.80	17.05
Mars								16.78	17.25		17.03

[illegible]

MOYENNES MENSUELLES — MARS 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	7 h.	1 h.	9 h.	Moy. (7,1, 2-9)	Minimum		Maximum	Jour	mm.		
					0	Jour					
Neuchâtel (Observatoire) .	488	0	0	0	0	0	0	22	717.0		
Charmont	1128	1.6	7.0	4.2	4.2	- 5.0	15.8	22	662.4		
Cernier	800	- 1.0	3.1	0.5	0.7	- 10.5	12.4	22	-		
La Chaux-de-Fonds	990	0.4	5.5	2.1	2.5	- 5.8	8.0	22	673.7		
La Brévine	1089	- 0.8	5.1	0.7	1.4	- 8.3	10.1	15	665.5		
		- 2.6	3.7	- 0.5	0.0	- 11.2	10.5	16			

HUMIDITÉ RELATIVE										NÉBULOSITÉ		DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)	
7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme	Heures	Somme					
Neuchâtel (Observatoire) .	91	69	82	81	8.7	7.5	7.1	7.7	79.53	41					
Charmont	81	73	79	78	8.2	7.5	6.0	7.2	---	44					
Cernier	-	-	-	-	7.5	7.7	6.5	7.2	---	43					
La Chaux-de-Fonds	89	64	87	80	6.3	6.8	6.5	6.5	91.2	85					
La Brévine	-	-	-	-	6.4	6.1	6.7	6.4	---	73					

FRÉQUENCE DU VENT										Calme	
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Somme	Heures		
Neuchâtel (Observatoire) .	7	34	2	4	9	5	5	5	27		
Charmont	33	17	15	0	0	7	10	9			
Cernier	3	3	6	0	4	23	1	53			
La Chaux-de-Fonds	1	25	1	8	32	0	0	21			
La Brévine	0	9	1	0	10	1	2	64			

REMARQUES

1904 — AVRIL

- Le 1^{er}, toutes les Alpes visibles le matin ; pluie intermittente à partir de 10 h.
2, toutes les Alpes visibles.
4, pluie jusqu'à 7 h. du matin et à partir de 6 h. du soir.
5, pluie pendant la nuit et quelques gouttes entre 5 h. et 6 h. du soir.
6, les Alpes visibles ; pluie intermittente à partir de 3 h. $\frac{1}{2}$.
7, pluie intermittente à partir de 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
8, pluie fine intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont.
9, pluie fine intermittente pendant la nuit jusqu'à 7 h. du matin ; les Alpes visibles ; vent NW. à partir de 3 h.
10, toutes les Alpes visibles ; très fort joran vent d'Ouest le matin et NW. l'après-midi et joran le soir.
11, toutes les Alpes visibles ; abricotier en fleurs ; joran le soir.
12, toutes les Alpes visibles.
13, le ciel se couvre par moments à partir de 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; pluie fine intermittente dès 2 h. $\frac{1}{2}$.
14, pluie pendant la nuit ; brouillard sur l'autre rive du lac à 7 h. du matin et sur le sol de 7 h. $\frac{1}{2}$ à 8 h. $\frac{1}{4}$; toutes les Alpes visibles.
15, éclairs au SW. vers 10 h. du soir.
16, toutes les Alpes visibles ; très fort joran pendant l'après-midi ; gouttes de pluie vers 9 h. du soir.
17, pluie pendant la nuit et quelques gouttes entre 2 h. et 3 h. et à 9 h. du soir.
18, pluie fine pendant la nuit ; brouillard en bas Chaumont le matin.
19, premier chant du coucou ; brise W. sur le lac à 1 h. ; orage au SE. de 7 h. $\frac{1}{2}$ à 8 h. $\frac{1}{4}$ allant au SW.
20, éclairs au SW. vers 8 h. du soir.
21, pluie de 7 h. $\frac{3}{4}$ à 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin ; éclairs lointains au SW. entre 8 h. et 9 h. du soir.
22, le ciel se couvre vers 4 h. du soir.
23, pluie fine de 7 h. à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
24, le ciel s'éclaircit entre 8 h. à 9 h. du soir.
25, fort joran de 12 h. $\frac{1}{2}$ à 3 h. ; pluie fine intermittente à partir de 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
26, pluie intermittente jusqu'à 11 h. $\frac{1}{2}$ du matin ; soleil visible par moments entre 2 h. et 3 h. ; gouttes de pluie par moments le soir.
27, brouillard sur Chaumont à 7 h. ; fort joran à partir de 3 h. ; le ciel s'éclaircit vers 8 h. du soir.
28, rosée.
29, rosée ; brise SW. sur le lac à 1 h. ; le ciel se couvre en partie entre 4 h. et 5 h.
30, les Alpes visibles à travers la brume le soir.

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +							
	Thermomètre sec			Therm. extr.			Thermomètre humide			700 ^{mm} +				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	3.4	6.0	5.8	5.1	0.2	7.2	2.3	4.9	4.7	4.0	19.0	20.0	22.3	20.4
2	5.5	10.2	4.6	6.8	4.0	12.0	3.5	6.1	2.7	4.1	26.4	27.4	27.5	27.1
3	2.1	10.5	11.5	8.0	-0.5	12.6	1.4	6.9	7.2	5.2	26.7	25.4	23.9	25.5
4	6.6	9.9	4.1	6.9	3.7	10.6	5.2	5.9	3.2	4.8	23.0	23.6	25.3	24.0
5	3.6	9.3	7.0	6.6	1.6	11.0	2.9	5.9	4.8	4.5	28.0	27.0	26.5	27.2
6	6.3	12.6	9.6	9.5	5.6	13.8	5.0	9.3	7.5	7.3	24.1	22.3	22.3	22.9
7	8.5	10.7	10.2	9.8	6.8	12.2	7.0	9.4	7.8	8.1	20.3	18.5	19.0	19.5
8	5.1	6.9	7.4	6.5	4.8	8.0	4.2	5.6	6.4	5.4	21.7	22.5	23.8	22.7
9	7.5	13.5	13.0	11.3	6.0	15.5	6.9	10.9	9.6	9.1	23.6	22.6	21.4	22.5
10	11.1	14.2	9.4	11.6	8.5	15.7	8.3	8.4	5.4	7.4	21.5	21.7	21.6	21.6
11	4.2	14.8	7.9	9.0	0.9	16.0	3.0	9.2	4.8	5.7	21.6	20.3	19.9	20.6
12	4.5	15.3	11.3	10.4	1.6	17.8	3.6	9.2	7.9	6.9	20.6	18.7	17.0	18.8
13	7.8	18.4	11.7	12.6	5.9	21.0	6.4	12.5	10.5	9.8	16.4	16.3	15.0	16.3
14	10.1	18.8	14.1	14.3	8.0	20.5	9.5	14.5	12.0	12.0	17.4	16.3	15.0	16.2
15	11.3	21.3	16.0	16.2	9.1	24.4	10.4	15.4	10.4	12.1	13.0	11.8	11.3	12.0
16	9.9	19.9	11.9	13.9	8.8	22.9	8.6	13.4	10.3	10.8	12.7	12.2	17.2	14.0
17	10.2	13.9	11.3	11.8	9.2	14.5	9.4	11.2	10.4	10.3	19.1	17.8	17.2	18.0
18	9.5	14.3	13.9	12.6	8.1	15.0	9.0	11.4	10.5	10.3	17.3	17.3	16.4	17.0
19	12.0	17.9	13.8	14.6	11.0	19.7	10.8	14.1	12.2	12.4	13.8	13.2	13.1	13.4
20	9.9	14.1	12.7	12.2	7.7	17.7	6.8	10.3	11.1	9.4	13.8	13.5	14.7	14.0
21	10.9	18.4	12.8	14.0	9.3	19.8	9.8	13.6	9.4	10.9	16.4	16.2	17.4	16.7
22	11.0	13.5	8.0	10.8	7.7	15.5	8.1	9.2	6.0	7.8	18.1	17.6	16.7	17.5
23	6.7	9.6	9.1	8.5	5.8	10.7	5.8	7.7	7.6	7.0	13.6	13.0	15.1	13.9
24	8.5	13.9	10.4	10.9	7.7	14.8	7.6	10.3	8.6	8.8	18.4	18.5	19.2	18.7
25	9.7	13.5	11.1	11.1	7.5	15.0	8.7	10.1	8.8	9.2	18.5	17.7	18.5	18.2
26	7.0	7.1	6.9	7.0	5.6	10.3	6.8	6.1	5.8	6.2	19.2	19.8	19.5	19.5
27	6.3	10.9	4.9	7.4	4.5	12.7	5.6	6.2	3.7	5.2	18.8	18.6	21.2	19.5
28	5.9	13.5	9.8	9.7	1.2	14.6	4.3	8.2	5.7	6.1	21.8	21.4	22.4	21.9
29	5.2	16.7	14.4	12.1	2.0	18.5	4.2	11.0	9.5	8.2	23.0	22.3	21.8	22.1
30	7.3	18.7	12.7	12.9	5.1	21.0	6.4	12.8	9.9	9.7	22.2	21.2	20.8	21.1
Moy.	7.58	13.60	10.24	10.18	5.38	15.37	6.38	9.66	7.81	7.96	19.70	19.13	19.50	19.13

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE. en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 sans nuages; 10 tout à fait couvert				Durée d'insolation heures	Eau tombée en 24 h. mm. à 7 h. m. du lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	83	85	85	84	SW 1	SW 2	SW 2	SW 2	10	10	10	10	3.95	5.0
2	72	52	72	65	W 1	SW 1	NW 1	NW 1	10	8	3	7	1.5	6.9
3	89	58	52	66	NE 1	SW 1	NW 1	NW 1	7	10	8	8	0.15	3.1
4	82	53	87	74	W 2	SW 2	W 2	W 2	10	10	10	10	3.2	0.5
5	90	59	71	75	W 0	SW 1	W 2	SW 2	10	9	10	10	0.45	3.2
6	85	64	75	74	W 1	SW 3	SW 2	SW 2	10	10	10	10	0.4	5.6
7	81	85	72	79	SW 1	SW 2	SW 2	SW 2	9	10	10	10	8	
8	88	83	88	86	SW 2	SW 3	W 2	W 2	10	10	10	10	4	
9	96	73	64	78	SW 2	SW 1	NW 1	NW 1	10	9	5	8	9.75	
10	68	43	52	54	W 2	W 3	N 2	N 2	8	3	0	4	11.1	
11	82	45	60	62	NE 1	S 1	N 1	N 1	0	2	0	1	10.75	
12	87	42	62	64	NE 1	S 1	NW 1	NW 1	6	10	10	9	3.75	3.7
13	82	48	87	72	NE 0	SW 2	W 1	W 1	10	10	10	8	5.45	
14	94	62	78	78	NW 0	S 1	NW 0	N 0	10	8	0	6	4.15	
15	90	52	48	63	N 0	NE 1	N 0	N 0	10	10	10	9	6.75	4.8
16	84	46	82	71	NE 0	NW 3	NW 1	NW 1	10	8	10	10	0.2	0.5
17	92	72	90	85	NE 1	E 1	NE 1	NE 0	10	10	10	10	1.3	
18	95	71	65	77	NE 1	NE 1	NE 2	NE 2	10	7	5	7	2.85	
19	87	65	83	78	NE 2	S 1	NE 0	NE 0	10	9	8	8	4.45	
20	63	61	83	69	NE 1	SW 1	NW 1	NW 1	6	9	8	7	7.7	1.1
21	87	57	64	69	SW 1	SW 1	NW 1	NW 1	3	3	10	5	6.4	
22	67	56	75	66	N 3	N 3	N 3	N 3	10	10	10	10	1.3	
23	89	77	81	82	NE 0	NE 1	NE 1	NE 1	10	10	3	7	0.5	
24	89	63	79	77	NE 1	NE 2	NE 1	NE 1	10	10	10	10	8.2	
25	88	66	74	76	NE 0	N 3	N 3	N 3	10	10	10	10	0.8	
26	98	88	86	91	NE 0	NE 2	NE 2	NE 2	10	10	3	7	1.4	
27	91	47	83	74	NE 1	NE 2	NE 2	NE 2	10	9	3	7	10.8	
28	78	46	51	58	NE 1	E 2	NE 2	NE 2	10	2	0	2	10.05	
29	86	47	51	61	NE 1	S 1	N 2	N 2	4	1	0	1	5.0	
30	89	49	70	69	NE 1	S 1	N 0	N 0	10	2	0	4		
Moy.	85.0	60.5	72.3	72.5					7.9	7.4	6.4	7.2	112.45	44.5
									Somme			Somme		

MOYENNES MENSUELLES — AVRIL 1904

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7, 1, 2, 9)	Minimum		Maximum		Eau tombée (pluie, neige)		
						Jour	Somme	Jour	Somme			
											mm.	
Neuchâtel (Observatoire) .	488	7.6	13.6	10.2	10.4	0	- 0.5	3	24.4	15	719.4	
Chamont	1128	4.0	8.5	5.5	5.8	5.8	- 6.0	1	19.8	15	665.5	
Cernier	800	6.6	11.7	7.7	8.4	8.4	1.2	5	21.9	15	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.6	10.1	5.9	6.9	6.9	0.6	2	22.6	15	677.0	
La Brévine	1089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HUMIDITÉ RELATIVE	NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Somme	mm.			
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Heures						
							Somme					
										Somme		
Neuchâtel (Observatoire) .	85	60	72	72	7.9	7.4	6.4	7.2	112.45	44		
Chamont	81	72	78	77	7.1	6.3	5.9	6.4	—	84		
Cernier	-	-	-	-	7.1	7.3	5.5	6.6	—	85		
La Chaux-de-Fonds	82	67	85	78	7.7	7.9	5.8	7.1	99.7	104		
La Brévine	-	-	-	-	-	-	-	-	—	-		
FRÉQUENCE DU VENT												
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calmes				
8	24	2	0	6	20	8	9	15				
18	25	11	2	0	1	14	19	0				
2	3	4	0	1	10	27	2	41				
La Chaux-de-Fonds	30	0	2	9	39	0	2	8				
La Brévine	-	-	-	-	-	-	-	-				

REMARQUES

1904 — MAI

- Le 1^{er}, brume sur le lac à 7 h. du matin ; forts coups de vent NW. entre 3 h. et 4 h. ; joran le soir ; les Alpes visibles.
- 2, coups de joran à 12 h. 50 et à partir de 3 h. $\frac{1}{2}$.
- 3, pluie fine intermittente depuis 6 à 9 h. du matin.
- 4, pluie depuis 6 h. à 12 h. du matin ; joran à partir de 5 h.
- 5, rosée le matin.
- 6, pluie intermittente à partir de 1 h. : forts coups de vent d'Ouest à partir de 10 h. du matin et NW. dès 1 h. $\frac{1}{2}$.
- 7, pluie fine pend. la nuit et à partir de 6 h. du soir ; les Alpes visibles ; vent tourne au SW. à 9 h. $\frac{1}{2}$ et devient fort à partir de 1 h.
- 8, toutes les Alpes visibles ; pluie interm. à partir de 5 h. du soir.
- 9, pluie faible pendant la nuit et quelques averses entre 2 h. et 3 h. ; soleil visible par moments.
- 10, pluie intermittente depuis 6 h. $\frac{3}{4}$ du matin à 6 h. du soir ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 11, pluie fine interm. de 7 h. à 9 h. du m. et de 2 h. à 5 h. ; soleil visible par moments le soir ; éclairs au SW. entre 9 h. et 10 h.
- 12, brouillard en bas Chaumont à 7 h. du m. ; les Alpes visibles le soir.
- 14, les Alpes visibles le soir.
- 15, vent NW. vers 10 h. du m. et au coucher du soleil ; cirri au Sud.
- 16, toutes les Alpes visibles vers le soir.
- 17, toutes les Alpes visibles ; forts coups de vent d'Ouest de 1 h. à 6 h. du soir ; le ciel se couvre à 9 h. du soir.
- 18, pluie fine intermittente de 6 h. $\frac{1}{2}$ à 9 h. du matin et pluie d'orage intermittente à partir de 3 h. 40 ; fort vent NW. à partir de 3 h. $\frac{1}{4}$; coups de tonnerre au NW. à 3 h. $\frac{3}{4}$ et orage au SW. de 7 h. à 8 h. du soir ; vers 10 h. un orage éclate sur nous ; le temps reste orageux toute la nuit.
- 19, forte pluie d'orage pendant la nuit et quelques gouttes vers 11 h. ; vent NW. le soir.
- 20, à 7 h. du matin cirri de NW. ; le ciel se couvre vers 4 h. et s'éclaircit en partie vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 21, pluie faible pendant la nuit et pluie d'orage intermittente de 1 h. à 4 h. ; temps orageux au NW. et SW. depuis 2 h. à 4 h. $\frac{1}{2}$; vent NW. à partir de 4 h. du soir.
- 22, orages lointains dans les Alpes vers 9 h. du soir.
- 23, pluie intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 25, brouillard sur le lac avant 7 h. du matin ; cirri venant de l'Ouest ; le vent tourne au SW. vers 12 h. ; les Alpes visibles à travers la brume le soir.
- 26, orage au NW. depuis 8 h. 40 à 9 h. 45 ; pluie intermittente depuis 8 h. $\frac{1}{2}$ à 9 h. $\frac{1}{4}$.
- 27, pluie d'orage intermittente à partir de 3 h. ; coups de tonnerre au SW. à 3 h. ; éclate au zénith après 3 h. $\frac{1}{2}$ et dure jusqu'à 4 h. en s'en allant au NE.
- 28, pluie pendant la nuit ; vent NW. à 7 h. $\frac{1}{2}$.
- 29, cirri au zénith, direction WNW. ; cum. d'orage au NW.
- 30, brouillard sur Chaumont à 7 h. ; ciel couvert le matin ; les Alpes visibles à travers la brume le soir ; 8 h. du soir, cirri venant de NW.
- 31, fort vent NW. dep. 2 h. $\frac{1}{2}$ à 6 h. $\frac{1}{2}$; orage au NW. à 6 h. $\frac{1}{2}$ allant au SE. et dure jusqu'à 8 h. avec pluie interm. à partir de 6 h.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1904 — MAI

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec			Thermomètre humide							
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Therm. extr.		7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
	°	°	°	°	Minim.	Maxim.	°	°	°	°	
1	9.8	21.5	14.2	15.2	6.6	22.2	8.7	14.8	11.0	11.5	mm.
2	11.7	20.5	15.0	15.7	8.7	22.5	10.1	14.5	10.5	11.7	21.2
3	10.1	13.1	12.4	11.9	9.5	14.8	8.9	11.0	10.0	10.0	21.8
4	10.1	11.0	7.5	9.5	6.9	13.5	9.4	8.1	4.9	7.5	22.1
5	7.0	15.2	8.8	10.3	3.4	16.6	5.2	9.8	6.1	7.0	22.5
6	6.6	12.5	4.5	7.9	3.4	15.6	5.4	8.9	3.4	5.9	20.4
7	5.5	9.8	5.6	7.0	2.5	12.0	4.4	5.6	4.8	4.9	16.7
8	7.2	13.9	6.9	9.3	3.5	15.5	5.8	9.2	6.6	7.2	11.8
9	6.9	11.5	9.0	9.1	5.0	12.2	5.8	7.6	5.5	5.6	13.1
10	7.0	8.9	10.1	8.7	6.2	11.0	5.9	8.5	8.9	7.8	14.3
11	8.9	11.4	9.1	9.8	7.9	14.5	7.0	8.9	7.2	7.7	11.9
12	8.4	16.3	11.8	12.2	5.6	17.2	7.6	11.3	8.4	9.1	18.8
13	8.6	20.0	14.9	14.5	4.4	20.8	7.1	13.2	10.0	10.1	21.4
14	9.4	20.5	14.3	14.7	5.9	22.6	8.2	14.0	12.2	11.5	23.1
15	13.5	24.1	18.1	18.6	9.7	25.3	11.6	16.4	12.9	13.6	25.1
16	13.8	25.5	18.4	19.2	9.3	26.9	12.1	18.0	14.1	14.7	26.1
17	14.0	26.2	21.9	20.7	10.4	27.2	12.6	18.3	16.1	15.7	22.9
18	17.1	21.0	15.0	17.7	14.0	23.5	14.5	16.2	14.2	15.0	23.7
19	15.5	17.5	14.8	15.9	12.5	19.3	14.0	15.6	9.6	13.1	21.9
20	12.0	19.2	15.1	15.4	8.9	20.8	9.0	15.1	12.8	12.3	21.1
21	13.3	20.2	16.3	16.6	11.4	23.2	12.4	16.4	13.3	14.0	22.4
22	14.9	22.0	17.3	18.1	13.1	22.5	13.2	17.0	14.2	14.8	19.8
23	12.9	9.3	9.1	10.4	8.1	14.0	12.6	8.2	8.8	9.9	17.6
24	10.1	17.9	14.5	14.1	7.7	19.4	9.5	12.7	10.6	10.9	17.9
25	11.4	19.4	17.9	16.2	7.5	23.3	10.5	15.2	15.2	13.6	22.1
26	15.5	26.0	20.4	20.6	12.0	26.6	14.4	20.3	17.9	17.5	19.4
27	20.1	24.5	14.1	19.5	13.2	26.0	15.8	17.7	13.4	15.6	18.9
28	14.4	19.3	15.9	16.5	13.0	20.3	13.3	15.0	13.3	13.9	20.1
29	13.4	22.9	17.1	17.8	10.1	24.0	12.5	16.7	14.0	14.4	23.6
30	14.3	19.7	18.7	17.6	11.0	21.6	13.0	16.5	14.9	14.8	22.6
31	16.1	23.6	13.7	17.8	11.6	25.7	14.7	18.6	13.4	15.6	20.8
Moy.	11.60	18.19	13.61	14.47	8.48	20.01	10.10	13.53	10.91	11.51	21.17
Moy. 1/10	11.7	19.1	14.1	14.55	9.1	21.1	10.5	14.1	11.4	12.0	20.54

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 sans nuages; 10 tout à fait couvert				Durée heures	Eau tombée en 24 h. mm. du lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne						
1	86	47	67	67	N 0	SW 1	N 1	8	5	1	5	8.25	.	
2	82	50	56	63	E 1	W 2	W 2	2	4	3	3	11.5	.	
3	86	78	74	79	SW 2	SW 2	SW 2	10	10	10	10	.	1.9	
4	93	67	69	76	SW 1	SW 2	N 2	10	5	2	6	4.95	7.6	
5	76	47	66	63	NE 1	SE 1	N 1	3	1	0	1	12.1	.	
6	84	61	84	76	NE 0	SW 2	NW 3	6	10	10	9	3.8	2.5	
7	85	51	90	75	NE 1	SW 3	NW 1	7	10	10	9	3.75	1.4	
8	82	52	97	77	SW 2	SW 3	W 1	6	8	10	8	4.75	6.8	
9	59	57	57	58	SW 3	SW 3	NW 2	10	7	10	9	3.3	0.3	
10	86	96	86	89	SW 1	SW 2	W 2	10	10	10	10	0.05	9.4	
11	77	72	77	75	SW 2	SE 1	SW 2	10	10	7	9	1.15	1.5	
12	91	53	62	69	NE 1	SE 1	NE 1	9	6	0	5	6.35	.	
13	81	44	52	59	NE 1	E 1	NE 1	0	0	0	0	12.75	.	
14	85	48	78	70	NE 1	S 1	NW 1	0	4	0	1	11.95	.	
15	80	44	54	59	SW 0	SW 1	W 1	6	3	0	3	12.15	.	
16	82	46	61	63	NE 0	SW 1	N 0	3	0	1	1	13.15	.	
17	85	45	53	61	SW 1	SW 2	W 2	0	6	8	5	11.8	.	
18	75	60	92	76	SW 2	SW 2	SW 1	10	10	10	10	0.5	17.5	
19	85	82	49	72	W 2	SW 2	NW 2	10	10	10	10	1.25	.	
20	67	64	77	69	NE 2	E 2	N 1	4	2	6	4	9.15	0.7	
21	91	68	71	77	NE 1	W 1	N 1	8	7	6	7	6.75	2.9	
22	83	60	71	71	NE 0	SE 1	NE 1	9	4	10	8	6.75	18.6	
23	98	86	97	94	SW 2	SW 2	W 1	10	10	10	10	.	10.2	
24	94	53	62	70	NE 2	NE 3	NE 2	4	0	0	1	12.35	.	
25	90	63	73	76	NE 1	SW 1	NW 0	5	7	8	6	10.45	0.6	
26	89	58	78	75	NW 0	S 1	NW 2	6	6	9	7	7.25	.	
27	63	50	93	69	SW 2	NW 2	NW 1	9	5	10	8	4.35	10.0	
28	89	62	75	75	NE 0	SW 1	N 1	9	8	6	8	1.85	.	
29	91	52	71	71	NE 1	E 1	NE 1	5	5	0	4	9.5	.	
30	87	71	66	75	NE 2	S 1	N 2	10	3	0	4	7.45	.	
31	86	61	98	82	NE 1	SW 2	W 1	5	7	10	7	7.9	7.9	
Moy.	83.5	59.6	72.8	72.0	6.6	5.9	5.7	6.1	207.25	99.8	Somme			

MOYENNES MENSUELLES — MAI 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR											PRESSIONS ATM. MOYENNES	
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.	Moy. 1/4 (7,1,9)	Minimum Jour		Maximum Jour		mm.	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	11.6	18.2	°	13.6	14.3	2.5	7	27.2	17	720.9	
Chamont	1128	7.8	14.7	°	9.5	10.4	- 0.2	7	26.0	16	667.8	
Cernier	800	11.0	15.8	°	10.6	12.0	2.6	7	24.8	26	-	
La Chaux-de-Fonds	990	10.2	14.7	°	9.6	11.0	0.9	6	25.7	26	678.9	
La Brévine	1089	8.5	13.1	°	8.7	9.8	0.2	7	25.4	26	670.7	
HUMIDITÉ RELATIVE												
NÉBULOSITÉ												
DURE D'INSOLATION												
Eau tombée (pluie, neige)												
7 h.		1 h.		9 h.		Moy.		Somme		mm.		
83	60	73	72	6.6	5.9	5.7	6.1	207.25	Heures	100		
75	71	77	74	5.5	5.3	5.5	5.4	—	—	145		
-	-	-	-	5.2	6.1	4.9	5.4	—	—	148		
77	65	85	75	5.5	6.6	5.3	5.8	197.8	—	196		
-	-	-	-	5.4	6.1	5.6	5.7	—	—	168		
FRÉQUENCE DU VENT												
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calmes				
7	18	4	3	3	31	10	8	9				
16	28	14	2	0	2	14	11	6				
0	0	2	1	1	15	28	2	44				
0	21	0	4	4	52	2	0	10				
0	2	0	18	2	28	0	0	68				
Neuchâtel (Observatoire) .												
Chamont												
Cernier												
La Chaux-de-Fonds												
La Brévine												

REMARQUES

1904 — JUIN

- Le 1^{er}, pluie pendant la nuit et quelques averses dans la soirée; fort vent d'Ouest à partir de 10 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
- 2, fort vent d'Ouest à partir de 10 h. $\frac{1}{2}$; soleil visible un instant l'après-midi; éclairs dans les Alpes le soir.
- 4, joran à 6 h. du soir; coups de tonnerre au NW. de 5 h. à 5 h. $\frac{1}{2}$, au SW. à partir de 8 h.; à 9 h. $\frac{1}{2}$ un orage éclate sur nous avec pluie qui dure jusqu'à 9 h. $\frac{3}{4}$.
- 5, pluie d'orage pendant la nuit; fort joran de 4 h. $\frac{1}{2}$ à 8 h. du soir; coups de tonnerre au NW. après 5 h. et au Sud vers 8 h. avec courte averse à 10 h.
- 6, pluie faible pendant la nuit; nuages orageux au SW. et NW.; coups de tonnerre au SW. de 1 h. à 2 h., au NE. à 3 h. $\frac{1}{2}$ et au Nord à 5 h. $\frac{1}{2}$; fort vent NW. de 1 h. $\frac{1}{2}$ à 3 h.
- 7, toutes les Alpes visibles le matin; joran le soir; quelques gouttes de pluie dans la soirée.
- 8, pluie faible pendant la nuit; pluie d'orage de 8 h. à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir; toutes les Alpes visibles le matin; joran à 6 h. du soir; fort vent d'Ouest à 8 h., un orage éclate en même temps et dure jusqu'à 9 h. $\frac{1}{2}$.
- 9, pluie interm. tout le jour; brouillard en bas Chaumont à 7 h. du matin et sur Chaumont à 1 h.; soleil visible vers 1 h.
- 10, pluie pendant la nuit et quelques gouttes à 9 h. du soir; soleil visible un moment vers 11 h. $\frac{1}{2}$.
- 11, cirri au SW. à 1 h.; le vent tourne au SW. à 10 h. du soir.
- 12, pluie faible pendant la nuit et quelques gouttes à 9 h. du soir; vent WNW. tout l'après-midi; cumul. à 1 h.
- 14, cum. à l'horizon nord à 1 h. et quelques cirri au NW. le soir.
- 15, brouillard sur Chaumont le matin et quelques gouttes de pluie dans la matinée; assez fort vent Nord et NW. à partir de 2 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 16, les Alpes avec le mont Blanc visibles le matin; vent NW. vers 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 17, les Alpes avec le mont Blanc visibles à 7 h.; alto-cum. le matin; cirri direction WSW. à 1 h.
- 18, fort vent SW. avec de petites averses entre 3 h. et 5 h. $\frac{1}{2}$ du matin et pluie intermittente à partir de 10 h.; vent NW. à partir de 2 h. $\frac{1}{2}$; coups de tonnerre au SW. à 3 h.
- 19, Alpes visibles le matin; joran l'après-midi.
- 20, quelques gouttes de pluie à 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 21, fort vent NW. à partir de 3 h. $\frac{1}{4}$.
- 22, joran à 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 23, joran vers 7 h. du soir.
- 24, quelques averses à partir de 7 h. $\frac{1}{4}$ du soir; éclairs à l'Est à 9 h. du soir.
- 25, pluie fine interm. tout le jour; fort vent W. et NW. dès 11 h.
- 26, pluie intermittente jusqu'à 3 h. du soir; temps brumeux le matin et brouillard en bas Chaumont à 1 h.
- 27, fort vent NW. à partir de 3 h.
- 28, joran vers 9 h. du soir.
- 29, le ciel se couvre vers 11 h. du soir.
- 30, quelques gouttes de pluie par moments dans la matinée et pendant l'après-midi.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE) 1904 — JUIN

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATMOSPHÉRIQUE			
	Thermomètre sec				Therm. extr.		Thermomètre humide				700 ^{mm} +			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	13.7	17.4	11.9	14.3	11.5	19.5	13.0	12.8	10.8	12.2	21.1	21.8	22.8	21.9
2	10.9	12.7	9.6	11.1	9.3	15.2	8.8	8.7	7.6	8.4	23.1	22.9	22.0	22.7
3	11.9	16.9	13.5	14.1	7.7	18.5	9.4	12.1	11.2	10.9	20.5	19.7	20.1	20.1
4	12.7	22.4	18.1	17.7	11.2	23.2	11.8	17.0	14.8	14.5	21.0	19.8	20.2	20.3
5	13.7	22.1	17.4	17.7	12.0	23.6	13.1	18.0	14.0	15.0	22.1	21.3	22.0	21.8
6	15.2	25.0	16.3	18.8	12.0	25.5	13.6	18.5	13.2	15.1	22.5	21.6	22.4	22.2
7	14.6	24.8	20.0	19.8	10.0	26.0	13.0	17.3	16.1	15.5	21.3	19.5	17.8	19.5
8	18.0	25.8	15.9	19.9	13.6	26.7	16.2	18.4	15.4	16.7	17.0	14.7	15.0	15.6
9	15.2	19.2	14.9	16.4	14.3	20.0	14.9	17.7	14.6	15.7	13.6	12.6	13.7	13.3
10	14.0	17.3	13.6	15.6	13.2	19.4	12.0	14.4	13.6	13.3	15.9	17.1	17.9	17.0
11	14.5	22.9	18.4	18.6	11.0	24.2	13.4	18.0	16.0	15.8	17.3	15.7	16.1	16.4
12	16.5	21.5	16.3	18.1	14.6	23.1	15.9	18.5	14.4	16.3	17.9	19.0	20.9	19.3
13	16.9	24.2	18.0	19.7	12.9	25.0	15.3	18.4	14.0	15.9	21.1	20.2	20.6	20.6
14	16.4	25.9	17.6	20.0	12.6	26.2	14.7	19.7	14.6	16.3	21.1	20.1	19.8	20.3
15	15.9	19.1	17.7	17.6	13.1	21.0	13.2	17.4	14.4	15.7	21.3	21.4	23.6	22.1
16	17.4	24.8	19.9	20.7	11.9	26.6	13.3	19.0	15.6	16.0	25.6	25.0	24.9	23.2
17	18.0	27.4	21.9	22.4	14.0	29.0	16.5	20.9	19.4	18.9	25.7	24.5	22.2	24.1
18	19.9	18.1	11.7	16.6	11.2	22.5	16.6	16.7	10.2	14.5	23.0	22.1	23.6	23.6
19	13.5	22.2	16.0	17.2	7.9	23.0	11.8	16.8	12.8	13.8	24.7	23.2	22.3	23.4
20	13.9	23.3	17.9	18.4	8.6	24.5	11.9	16.4	14.4	14.2	21.9	20.7	20.8	21.1
21	17.2	25.1	18.3	20.2	11.3	25.7	15.0	17.3	14.3	15.5	22.5	22.6	24.7	23.3
22	16.5	24.3	16.4	19.1	12.4	25.5	13.0	17.9	13.4	14.8	26.6	25.9	23.9	26.1
23	15.2	24.7	17.9	19.3	10.3	25.9	12.9	17.4	13.9	14.7	25.7	24.1	22.9	24.2
24	16.9	26.2	19.7	20.9	11.2	27.4	14.4	19.2	16.5	16.7	22.0	19.4	17.4	19.6
25	16.6	16.3	15.0	16.0	12.3	21.5	15.1	11.8	12.8	13.2	14.8	14.2	16.0	15.0
26	13.2	14.1	13.1	13.5	12.5	15.5	12.8	13.7	11.9	12.8	15.0	16.3	19.6	17.0
27	14.3	19.9	16.6	16.9	10.5	22.2	13.1	14.6	12.1	13.3	20.3	20.6	21.5	20.8
28	15.5	21.4	16.5	17.8	10.4	22.5	12.8	15.0	12.2	13.3	23.0	22.4	22.2	22.5

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ 0 sans nuages; 10 couvert				Durée d'insolation heures	Eau tombée en 24 h. mm. du lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	93	58	88	80	SW 1	W 3	SW 2	SW 2	4	9	10	8	6.75	1.0
2	76	58	76	70	SW 2	W 3	NW 1	NW 1	10	9	7	9	0.4	.
3	73	56	76	68	NE 0	NE 3	NE 1	NE 1	4	7	7	6	9.6	1.5
4	91	57	70	73	NE 0	NE 2	W 1	W 1	6	3	9	6	8.15	0.6
5	94	67	68	76	SE 0	SW 1	N 0	N 0	6	3	10	6	7.9	.
6	84	52	70	69	SW 1	S 1	NE 1	NE 1	7	4	0	4	9.0	1.0
7	84	46	67	66	NE 0	S 1	W 2	W 2	2	6	10	6	11.35	15.3
8	98	47	96	76	NE 0	S 1	W 2	W 2	2	6	10	6	0.5	14.5
9	98	87	98	94	SW 0	NE 1	W 0	W 0	10	8	10	9	.	0.4
10	79	72	80	77	NW 1	NE 1	NE 1	NE 1	7	2	9	6	7.5	.
11	89	61	78	76	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	10	8	10	9	1.35	.
12	95	75	81	84	SW 1	SE 1	NE 1	NE 1	10	3	0	1	11.7	.
13	85	56	64	68	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	0	3	0	1	12.35	.
14	83	61	72	72	E 1	S 1	N 1	N 1	0	1	1	1	.	.
15	94	85	69	83	S 1	SE 0	N 1	N 1	10	10	8	9	.	.
16	80	57	63	67	E 1	S 1	NW 1	NW 1	0	0	0	0	14.6	.
17	86	55	79	73	NE 1	S 1	SW 1	SW 1	6	5	5	5	11.35	.
18	71	87	83	80	SW 1	SW 2	NW 1	NW 1	9	10	2	7	1.25	3.7
19	83	57	69	70	E 1	S 1	N 1	N 1	1	1	0	1	14.05	.
20	79	48	68	65	NE 1	S 1	NW 1	NW 1	6	3	5	5	10.75	.
21	79	44	64	62	NE 0	SW 2	N 3	N 3	0	4	0	1	13.7	.
22	68	52	71	64	NE 2	NE 2	N 1	N 1	0	3	0	1	12.3	.
23	77	47	63	62	NE 0	SE 1	N 1	N 1	6	2	0	3	12.8	2.1
24	76	50	72	66	NE 1	SW 1	NW 1	NW 1	0	2	9	4	11.8	5.7
25	86	57	78	74	SW 2	W 3	NW 2	NW 2	10	10	10	10	0.3	6.7
26	97	97	88	94	SW 1	NE 1	N 0	N 0	10	10	10	10	.	.
27	88	55	57	67	NE 0	S 1	N 3	N 3	8	7	+	6	8.75	.
28	74	49	59	61	NE 2	NE 2	N 2	N 2	0	1	0	0	14.05	.
29	66	52	55	58	NE 2	NE 1	NE 1	NE 1	0	0	0	0	13.9	.
30	86	73	93	84	NE 1	NE 0	W 1	W 1	10	10	8	9	.	.
Moy.	83.3	60.6	73.8	72.6					5.1	5.1	5.5	5.2	236.15 Somme	52.5 Somme

MOYENNES MENSUELLES — JUIN 1904

	TEMPÉRATURE DE L'AIR											PRESSION ATM. MOYENNES	
	Altitude m.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/2 (7,1, 9)	Minimum Jour		Maximum Jour		mm.			
		0	0	0	0	0	0	0	0				
Neuchâtel (Observatoire) .	488	15.3	21.6	16.6	17.5	7.7	3	29.0	17	720.6			
Charmont	1128	11.6	17.0	12.5	13.7	5.2	2	22.0	17	668.0			
Cernier	800	14.2	19.9	13.7	15.4	7.6	2	26.2	17	-			
La Chaux-de-Fonds	990	13.1	17.6	12.7	14.0	6.5	2	27.2	17	679.1			
La Brévine	1089	11.2	16.0	11.2	12.4	3.8	19	25.2	17	670.9			
					</								

REMARQUES

1904 — JUILLET

- Le 1^{er}, quelques gouttes de pluie vers 10 h. m.; joran à partir de 4 h. $\frac{1}{2}$ s.; le ciel s'éclaircit un instant entre 8 h. et 9 h. s.
- 2, quelques gouttes de pluie vers 9 h. du matin.
- 4, assez fort vent NW. à partir de 4 h. $\frac{1}{2}$.
- 5, joran à partir de 5 h. du soir; éclairs au Sud vers 10 h.
- 6, joran à partir de 5 h. du soir.
- 7, joran à partir de 6 h. du soir.
- 8, faibles brises SE. et SW. sur le lac à 7 h. du matin; joran à partir de 7 h. et devient fort dès 9 h.
- 9, joran le soir.
- 10, le vent NE. se lève vers 7 h. du matin.
- 11, le vent NE. se lève vers 7 h. du matin; joran vers 9 h. du soir et éclairs lointains au SW. à partir de 9 h. $\frac{1}{4}$.
- 12, coups de tonnerre au NW. de 1 h. à 2 h. et au SE. de 2 h. $\frac{1}{4}$ à 3 h. $\frac{1}{2}$; fort vent NW. de 1 h. $\frac{1}{2}$ à 3 h. $\frac{1}{2}$ et dès 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir; vent SW. de 4 h. à 8 h. $\frac{1}{2}$.
- 13, pluie fine intermittente de 4 h. $\frac{1}{4}$ à 5 h. $\frac{1}{4}$.
- 14, brise Ouest sur le lac à 1 h.; coups de tonnerre au Nord à 4 h.; joran à 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 15, éclairs lointains au SE. entre 9 h. et 10 h. du soir.
- 16, nuages orageux au Nord à 3 h. et coups de tonnerre à 3 h. $\frac{1}{2}$.
- 17, coups de tonnerre au NW. vers 6 h.
- 18, orages au SW. à 1 h. $\frac{1}{2}$ et au NE. à 3 h.; quelques gouttes de pluie à 3 h. $\frac{1}{4}$.
- 19, brise SE. sur le lac à 7 h. du matin; les Alpes visibles à travers la brume le soir; assez fort joran dès 8 h.
- 20, vent Sud à midi et joran à 7 h. du soir.
- 21, brise SE. sur le lac à 7 h. m.; fort vent NW. dès 5 h. et joran par moments dans la soirée; éclairs lointains au SW. à 8 h. $\frac{1}{2}$ s.
- 22, nuages orageux au NW. vers 10 h. du matin; à 10 h. 38 l'orage commence au NW. et éclate à 10 h. 52 avec forte pluie; à 11 h. la grêle commence à tomber et pendant une minute les grêlons, gros comme une noix, cassent des petites branches d'arbre; la grosseur des grêlons diminue assez rapidement et ils cessent de tomber à 11 h. 10; pendant l'orage le thermomètre descend de 10°; à 11 h. 42 un nouvel orage éclate suivi de grêle de la grosseur d'une noisette et à 11 h. 50 le soleil perce et pluie et grêle cessent subitement de tomber.
- 23, coups de tonnerre éloignés au NW. à 5 h. $\frac{1}{2}$ m. et à 10 h.; quelques gouttes de pluie à 10 h. $\frac{3}{4}$ et pluie fine intermittente de 2 h. 50 à 3 h. $\frac{1}{4}$; temps orageux au SW. à partir de 10 h.
- 24, coups de tonnerre au NW. de 12 h. $\frac{1}{4}$ à 1 h. $\frac{1}{2}$.
- 25, coups de tonnerre au NW. à 10 h. m. et 4 h. s.; fort vent W. de 11 h. à 1 h. et de 4 h. $\frac{1}{2}$ à 6 h. $\frac{1}{2}$; pluie interm. de 6 h. à 7 h. $\frac{3}{4}$.
- 26, toutes les Alpes visibles; pluie fine intermittente à partir de 7 h. $\frac{3}{4}$ du soir.
- 27, averses par moments à partir de 1 h. 25, mêlée de quelques grêlons à 1 h. 28.
- 28, assez fort joran vers 9 h. du soir.
- 29, toutes les Alpes visibles.
- 31, coups de tonnerre au NW. vers 4 h. avec quelques gouttes de pluie; joran vers le soir.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1904 — JUILLET

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide			Therm. extr.	
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
1	17.2	23.3	19.3	19.9	14.8	25.0	16.2	18.5	15.8	16.8	19.6	19.7	20.7	20.0	
2	17.8	19.7	15.4	17.6	15.0	20.2	15.4	16.5	13.1	14.9	20.9	21.7	21.9	21.9	
3	16.6	23.3	17.3	19.1	12.7	24.4	13.9	17.2	14.3	15.1	22.9	22.4	21.6	22.3	
4	16.7	26.0	20.3	21.0	13.2	27.0	15.0	20.0	15.1	16.7	21.9	21.4	21.7	21.7	
5	18.0	22.9	18.5	19.8	13.9	25.7	15.1	17.3	12.3	14.9	21.8	21.5	22.3	21.9	
6	17.2	26.4	19.8	21.1	11.8	27.4	15.0	17.4	14.7	15.7	23.0	22.2	22.6	22.6	
7	18.3	27.0	21.1	22.1	12.6	28.7	15.5	19.8	15.8	17.0	24.0	23.9	23.8	23.9	
8	18.9	28.2	25.8	24.3	13.2	30.5	16.6	20.4	18.1	18.4	25.3	24.5	23.7	24.5	
9	22.3	30.0	25.2	25.8	16.4	31.5	18.3	22.1	18.0	19.5	24.5	23.0	22.6	23.4	
10	21.5	30.1	24.3	25.3	16.6	31.3	17.1	22.2	18.3	19.2	20.0	19.3	19.1	19.5	
11	20.9	29.1	20.2	23.4	17.0	30.0	18.2	20.1	16.1	18.1	20.2	19.4	22.2	20.6	
12	18.8	22.8	19.7	20.4	17.2	26.3	16.9	18.7	15.9	17.2	23.9	24.3	24.2	24.1	
13	18.6	27.7	21.5	22.6	13.6	29.2	16.9	20.4	18.6	18.6	24.1	23.1	23.0	23.4	
14	20.1	30.7	22.1	24.3	15.5	31.7	17.8	21.1	17.5	18.8	23.9	23.2	23.2	23.4	
15	20.7	31.7	25.1	23.8	15.7	32.6	17.9	22.0	17.8	19.2	24.6	24.1	24.2	24.3	
16	20.7	33.0	23.9	25.9	16.5	34.0	17.5	23.2	19.0	19.8	25.2	23.7	23.6	24.2	
17	20.5	30.2	22.7	24.5	17.0	33.5	17.4	22.9	18.3	19.5	23.5	22.0	22.2	22.6	
18	20.9	30.2	24.1	25.1	15.6	31.6	17.3	20.9	14.0	17.4	21.1	19.4	19.0	19.8	
19	18.2	29.3	24.7	24.1	13.3	32.2	15.3	19.8	16.6	17.2	19.9	19.4	18.9	19.4	
20	19.5	28.0	23.4	23.6	15.1	30.5	16.2	20.2	16.9	17.8	19.6	19.5	20.4	19.8	
21	20.7	20.7	20.8	20.7	16.5	27.7	17.6	19.4	17.8	18.5	22.2	21.7	22.0	22.0	
22	19.1	24.8	20.5	21.5	16.1	25.3	18.0	20.8	16.6	18.5	22.6	21.0	21.0	21.5	
23	19.3	26.4	21.4	22.4	16.1	28.7	17.1	19.5	17.2	17.9	20.1	18.7	17.1	18.6	
24	18.5	28.6	16.9	21.3	14.2	29.6	16.4	19.7	15.6	17.2	16.0	14.3	17.1	15.8	
25	17.6	23.5	16.3	19.1	14.6	25.1	13.2	16.3	14.7	14.7	17.5	17.0	18.8	17.8	
26	17.9	22.4	16.6	19.0	15.7	24.5	14.4	16.0	13.6	14.7	19.3	18.9	21.2	19.8	
27	16.6	23.9	18.7	19.7	13.5	25.5	13.2	16.4	12.6	14.1	22.2	21.8	22.7	22.2	
28	16.7	25.3	20.2	20.5	11.3	26.5	13.4	16.2	14.4	14.7	23.5	22.7	22.6	22.9	
29	16.7	27.0	22.9	22.2	14.5	28.5	14.5	18.9	16.1	16.5	23.2	22.0	21.6	22.3	
30	17.1	27.6	23.9	23.0	13.7	30.3	15.6	18.8	17.5	17.3	21.0	23.2	23.5	23.6	
31	18.3	26.4	21.6	22.2	14.7	28.6	16.1	19.1	16.1	17.2	21.0	21.2	21.6	21.6	
Moy.	18.3	26.4	21.6	22.2	14.7	28.6	16.1	19.1	16.1	17.2	21.0	21.2	21.6	21.6	

[illegible]

MOYENNES MENSUELLES — JUILLET 1904

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR								PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7,1, 2-9)	Minimum Jour	Maximum Jour				
		°	°	°	°	°	°	mm.			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	18.8	26.8	21.2	22.0	11.3	29	31.0	17	721.6	
Chamont	1128	15.5	21.8	16.4	17.5	10.0	28	27.2	10	670.0	
Cernier	800	17.3	23.8	17.4	19.0	12.3	5	30.5	17	-	
La Chaux-de-Fonds	990	16.6	22.1	16.5	17.9	11.7	2	27.7	17	680.7	
La Brévine	1089	13.9	20.4	14.5	15.8	8.0	29	25.9	17	672.6	
		HUMIDITÉ RELATIVE			NÉBULOSITÉ			DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)	
		7 h.	1 h.	9 h.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme		Heures
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.
Neuchâtel (Observatoire) .	76	50	60	62	3.2	4.5	3.8	3.8	314.1	25	
Chamont	66	58	63	62	3.3	3.5	3.4	3.4	—	25	
Cernier	-	-	-	-	3.0	4.6	2.5	3.4	—	26	
La Chaux-de-Fonds	71	52	78	67	3.0	4.9	2.4	3.4	287.6	34	
La Brévine	-	-	-	-	3.1	4.3	2.3	3.2	—	50	
FRÉQUENCE DU VENT											
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme			
16	21	5	9	7	10	3	7	15			
23	27	17	1	0	3	9	7	6			
3	3	5	2	3	11	9	9	48			
1	35	1	3	9	22	2	2	18			
1	6	1	6	2	10	0	0	67			

Neuchâtel (Observatoire) .	16	21	5	9	7	10	3	7	15
Chamont	23	27	17	1	0	3	9	7	6
Cernier	3	3	5	2	3	11	9	9	48
La Chaux-de-Fonds	1	35	1	3	9	22	2	2	18
La Brévine	1	6	1	6	2	10	0	0	67

REMARQUES

1904 — AOUT

- Le 1^{er}, nuages orageux au NW. à 1 h. : coups de tonnerre au SW. par moments à partir de 2 h. ; à 6 h. un orage assez violent, mêlé de grêlons à 6 h. 35, éclate sur nous et dure jusqu'à 6 h. 50 ; le temps reste orageux toute la soirée.
- 2, les Alpes visibles le matin ; coups de tonnerre éloignés au NE. à 11 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
- 3, les Alpes visibles le matin ; joran à 9 h. du soir.
- 5, fort vent d'Ouest de 10 h. $\frac{1}{4}$ à 2 h.
- 7, nuages orageux au NW. vers 11 h. du matin ; assez fort vent NW. à partir de 5 h. du soir.
- 8, fort vent W. à partir de 1 h., qui tourne au NW. après 7 h. s.
- 9, les Alpes visibles le matin ; joran le soir.
- 10, joran à partir de 3 h. ; le ciel se couvre de 7 h. à 8 h. $\frac{1}{4}$ et s'éclaircit après 8 h. $\frac{1}{2}$; éclairs lointains au SE. vers 10 h. du s.
- 11, coups de tonnerre au NW. à 2 h. et orage au Nord de 2 h. 15 à 3 h. 15 ; à 3 h. 2 tombent quelques grêlons ; nouvel orage au NW. de 5 h. $\frac{1}{2}$ à 6 h. ; éclairs au NE. vers 9 h. du soir.
- 12, assez fort vent d'Ouest à partir de 3 h.
- 13, éclairs à l'Est après 9 h. du soir.
- 14, fort joran à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 15, fort vent NW. à partir de 3 h. du soir.
- 16, très fort joran de 7 h. à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 17, les Alpes avec le mont Blanc visibles le matin ; nuages orageux à l'Ouest à 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir ; coups de tonnerre au NW. et Nord de 8 h. $\frac{1}{4}$ à 8 h. $\frac{3}{4}$; éclairs ensuite dans toutes les directions.
- 18, pendant toute la nuit le temps est très orageux avec très fort vent NW., mais avec peu de pluie ; fort joran le soir.
- 19, toutes les Alpes visibles ; fort joran à partir de 6 h. du soir.
- 20, les Alpes visibles à travers la brume le matin ; joran à partir de 6 h. du soir.
- 21, averse à 5 h. $\frac{1}{2}$ du matin et quelques gouttes entre 11 h. et midi ; orage à l'Ouest à 3 h. $\frac{3}{4}$ et à 4 h. $\frac{1}{2}$ l'orage éclate sur nous avec forte pluie et dure jusqu'à 5 h. $\frac{1}{4}$; nouvel orage de 7 h. à 8 h. ; le temps reste orageux toute la soirée.
- 22, pluie intermittente tout le jour ; brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin ; un orage éclate subitement avec très forte pluie à 8 h. $\frac{1}{2}$ et dure jusqu'à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 23, pluie interm. tout le jour ; très fort vent W. contre le matin ; soleil visible un moment après 10 h. m. ; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 24, pluie fine intermittente à partir de 9 h. m. ; brouillard sur Chaumont à 7 h. m. ; orage au SW. de 1 h. $\frac{1}{2}$ à 2 h. $\frac{1}{2}$.
- 25, pluie fine intermittente tout le jour ; soleil visible par instants.
- 26, rosée le matin ; vent SW. à 3 h.
- 27, rosée le matin.
- 28, rosée le matin ; toutes les Alpes visibles à travers la brume.
- 29, rosée.
- 30, rosée, brouillard sur l'autre rive du lac à 7 h. ; pluie fine à partir de 8 h. $\frac{3}{4}$ du soir.
- 31, pluie pendant la nuit et à partir de 1 h. $\frac{1}{2}$; quelques gouttes dans la matinée ; orage au SW. de 4 h. $\frac{3}{4}$ à 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1904 -- AOÛT

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +						
	Thermomètre sec					Thermomètre humide											
	Therm. extr.																
Thermomètre sec		Therm. extr.		Thermomètre humide		Therm. extr.		Thermomètre humide		Therm. extr.		Thermomètre humide		Therm. extr.		Thermomètre humide	
7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
1	19.4	30.3	18.0	22.8	15.0	32.0	17.3	22.2	16.4	18.6	24.0	23.1	23.2	24.0	23.1	23.2	23.4
2	20.1	26.4	21.1	22.5	13.5	28.5	16.2	20.1	17.3	17.9	23.4	23.4	24.4	23.4	23.4	24.4	23.7
3	17.9	27.9	22.0	22.6	13.7	29.0	16.0	18.1	16.6	16.9	18.1	17.3	17.9	23.5	24.3	24.3	24.7
4	18.2	29.1	22.5	23.3	14.0	30.5	16.2	20.6	16.3	17.7	20.6	16.3	17.7	25.5	24.1	22.5	24.0
5	19.4	27.4	20.5	22.4	15.3	28.6	16.9	19.1	17.8	17.9	19.1	17.8	17.9	23.3	23.4	23.9	23.5
6	18.0	29.0	24.4	23.8	14.6	30.4	16.2	20.6	18.7	18.5	20.6	18.7	18.5	24.9	24.1	24.1	24.4
7	20.0	28.6	22.8	23.8	16.5	30.8	18.0	22.2	17.2	19.1	22.2	17.2	19.1	24.9	24.0	25.0	24.6
8	19.6	30.3	22.7	24.2	15.2	32.6	17.3	21.6	18.4	19.1	21.6	18.4	19.1	24.7	23.4	23.3	23.8
9	20.3	29.4	21.2	23.6	17.0	30.3	18.2	21.2	16.4	18.6	21.2	16.4	18.6	22.7	20.9	20.3	21.3
10	18.5	29.4	17.7	23.2	14.9	30.6	16.2	20.2	15.8	17.4	20.2	15.8	17.4	19.2	17.8	18.0	18.3
11	17.4	27.7	16.7	20.6	13.6	29.6	15.2	19.1	15.0	16.4	19.1	15.0	16.4	18.1	16.5	19.7	18.1
12	17.3	24.5	19.8	20.5	13.2	26.0	14.0	17.3	13.6	15.0	17.3	13.6	15.0	22.1	22.5	23.8	22.8
13	16.1	24.5	19.9	19.9	12.5	26.5	13.4	17.0	15.4	15.3	17.0	15.4	15.3	25.1	24.1	23.3	24.2
14	16.6	29.2	27.1	24.5	13.6	31.4	15.0	20.2	17.9	17.7	20.2	17.9	17.7	23.7	22.8	21.4	22.6
15	23.3	29.5	22.5	25.1	19.5	30.6	18.2	21.3	16.1	18.5	21.3	16.1	18.5	22.1	21.0	21.8	21.6
16	19.9	28.2	20.3	22.8	17.5	29.5	15.7	18.8	14.4	16.3	18.8	14.4	16.3	23.5	22.3	21.8	22.5
17	16.6	28.7	23.7	23.0	12.3	30.5	13.5	19.1	17.0	16.5	19.1	17.0	16.5	21.4	18.4	15.5	18.4
18	18.7	19.5	16.7	18.3	16.0	23.3	16.5	14.7	11.1	14.1	14.7	11.1	14.1	17.7	18.7	20.2	18.9
19	12.4	23.5	18.2	18.0	8.9	24.6	10.5	15.1	12.3	12.6	15.1	12.3	12.6	20.9	19.8	19.9	20.2
20	13.2	24.8	17.3	18.4	9.5	26.5	11.4	16.0	13.2	13.5	16.0	13.2	13.5	20.9	19.8	19.6	20.1
21	14.8	22.7	16.0	17.8	12.9	25.1	13.5	16.5	15.6	15.2	16.5	15.6	15.2	19.8	18.8	19.5	19.4
22	15.1	16.2	11.9	14.4	10.7	17.2	13.9	15.2	11.4	13.5	15.2	11.4	13.5	16.9	16.9	15.0	16.3
23	9.7	10.7	10.3	10.2	9.2	13.0	8.7	10.1	9.8	9.5	10.1	9.8	9.5	15.7	18.3	21.0	18.3
24	11.3	12.5	10.7	11.5	10.0	15.5	10.4	10.9	9.3	10.2	10.9	9.3	10.2	18.2	17.2	17.4	17.6
25	9.3	14.2	10.6	11.4	8.7	15.8	8.1	10.8	8.7	9.2	10.8	8.7	9.2	18.6	20.2	23.4	20.7
26	10.2	18.0	12.3	13.5	8.0	20.4	9.3	12.7	9.9	10.6	12.7	9.9	10.6	24.9	25.1	23.1	23.0
27	10.4	21.6	15.9	16.0	7.0	23.5	9.6	15.4	13.1	12.7	15.4	13.1	12.7	25.5	24.3	24.5	24.8
28	13.1	23.5	19.2	18.6	10.0	24.7	12.4	18.0	14.8	15.1	18.0	14.8	15.1	24.5	23.6	23.4	23.8
29	13.9	24.0	20.0	19.4	11.3	25.2	12.6	17.7	15.3	15.2	17.7	15.3	15.2	23.9	22.7	21.7	22.8
30	14.2	24.3	18.9	19.1	11.0	25.4	13.4	18.4	16.8	16.2	18.4	16.8	16.2	21.5	20.2	20.2	20.6
31	15.5	19.4	14.6	16.5	11.1	22.4	15.0	16.2	14.0	15.1	16.2	14.0	15.1	19.1	19.1	19.8	19.3
Moy.	16.11	24.34	18.67	19.73	13.01	26.12	11.15	17.63	11.70	15.19	17.63	11.70	15.19	22.00	21.32	21.52	21.60
Moy. 1/4	15.57	24.11	18.11	19.13	12.29	25.11	11.13	17.13	11.13	15.13	17.13	11.13	15.13	21.13	20.13	20.13	20.13

MOYENNES MENSUELLES — AOUT 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR													PRESSIONS ATM. MOYENNES
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/4 (7,1,9)	Minimum Jour		Maximum Jour		mm.	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	16.1	24.3	18.7	19.5	7.0	27	32.6	8	721.6			
Chauxmont	1128	12.7	19.4	13.7	14.9	5.0	26	25.0	7	669.3			
Cernier	800	14.7	21.5	15.5	16.7	7.2	23	26.6	8	—			
La Chaux-de-Fonds . . .	990	13.6	19.5	13.5	15.0	5.6	25	26.5	4	680.3			
La Brévine	1089	11.5	18.0	12.7	13.7	3.0	19	24.8	4	672.3			
HUMIDITÉ RELATIVE													
7 h.	1 h.		9 h.		Moy.		NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)
	°	°	°	°	°	°	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Somme		Somme
Neuchâtel (Observatoire) .	81	52	67	4.3	5.4	4.4	4.3	4.4	4.8	269.9 ³	Heures		mm.
Chauxmont	72	67	66	4.8	5.0	4.9	4.8	4.9	4.9	—	—		85
Cernier	—	—	—	4.1	4.9	3.8	4.1	4.9	4.3	—	—		95
La Chaux-de-Fonds . . .	80	58	80	4.6	5.6	3.9	4.6	3.9	4.7	260.7	—		121
La Brévine	—	—	—	3.3	4.3	4.1	3.3	4.1	3.9	—	—		119
													107
FRÉQUENCE DU VENT													
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme					
16	13	10	4	3	22	9	10	6					
23	18	16	0	0	0	14	19	3					
2	1	1	3	4	4	23	3	52					
1	16	1	6	10	36	1	6	16					
0	2	1	3	6	22	1	0	58					
Neuchâtel (Observatoire) .													
Chauxmont													
Cernier													
La Chaux-de-Fonds													
La Brévine													

REMARQUES

1904 — SEPTEMBRE

- Le 1^{er}, pluie interm. jusqu'à 8 h. m.; soleil perce par moments dès 8 h. $\frac{1}{2}$.
2, quelques gouttes de pluie à 7 h.; pluie fine de 8 h. $\frac{1}{4}$ à 8 h. $\frac{1}{2}$ m. et de 1 h. à 6 h. du soir; le vent tourne au NE. après 3 h.
3, toutes les Alpes visibles; très fort joran à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ s.
4, assez fort joran le soir.
5, temps brumeux à 7 h.; le ciel se couvre complètement vers 8 h. $\frac{1}{2}$; le soleil perce après 10 h. et le ciel s'éclaircit vers 11 h. $\frac{1}{2}$.
6, brouillard sur le sol par moments jusqu'à 9 h. m.; soleil visible par instants dès 8 h. $\frac{1}{2}$; le ciel s'éclaircit vers 11 h. $\frac{1}{2}$ m. et se couvre de nouveau vers 10 h. du soir; vent SW. à 3 h.
7, quelques gouttes de pluie entre 4 h. et 5 h. du matin et pluie intermittente à partir de 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin; brouillard sur le sol par moments dans la matinée; fort vent NW. dès 8 h. s.
8, Alpes fribourgeoises et le mont Blanc visibles à 7 h. du matin; le ciel se couvre vers 4 h. du soir.
9, soleil visible par moments dès 10 h.; gouttes de pluie à 6 h. s.
10, pluie fine intermittente jusqu'à 10 h. du matin et à partir de 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir; le soleil perce par moments à partir de 12 h. $\frac{1}{2}$.
11, pluie intermittente jusqu'à 6 h. $\frac{1}{2}$ du matin et de 3 h. $\frac{1}{2}$ à 4 h. du soir; brouillard en bas Chaumont à 7 h.; soleil visible par moments; éclairs au Sud à partir de 7 h.; le ciel s'éclaircit complètement vers 7 h. $\frac{1}{4}$ du soir.
12, temps brumeux le matin; soleil perce après 10 h.; pluie fine intermittente de 6 h. $\frac{1}{2}$ à 8 h. du soir.
13, brouillard en bas Chaumont à 7 h.; brouillard monte à 9 h. et le soleil perce par moments à partir de 9 h. $\frac{1}{4}$; pluie intermittente dès 8 h. du soir.
14, pluie pendant la nuit; soleil visible par moments; les Alpes visibles le soir; pluie fine intermittente dès 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
15, pluie interm. jusqu'à 7 h. m. et de 4 h. $\frac{1}{2}$ à 5 h. s.; assez forts coups de vent NW. dès 10 h. m. avec petite averse à 10 h.
16, toutes les Alpes visibles le matin.
17, forte bise tout le jour.
18, toutes les Alpes visibles à travers la brume; forte bise.
19, forte bise; les Alpes visibles à travers la brume l'après-midi.
20, forte bise tout le jour.
21, soleil visible par moments de 12 h. à 2 h.
22, brouillard sur Chaumont à 7 h.; soleil visible par moments à partir de 10 h. $\frac{1}{2}$; faible brise SW. sur le lac à 1 h.
23, brumeux le matin.
24, rosée; temps brumeux le matin; soleil visible par moments dans la matinée; pluie fine intermittente dès 1 h. $\frac{1}{4}$.
25, pluie fine intermittente jusqu'à 3 h. et à partir de 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir; toutes les Alpes visibles.
26, pluie pendant la nuit.
27, rosée le matin.
28, pluie tout le jour; brouillard sur Chaumont à 1 h.
29, brouillard sur Chaumont à 7 h. m.; pluie interm. dès 6 h. $\frac{1}{2}$ s.
30, temps brumeux le matin; brise SW. sur le lac à 7 h. du matin; soleil visible à partir de 11 h. $\frac{3}{4}$; vent SW. à 3 h.; nuages direction NE.

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +			
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide			Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	°	mm.	mm.	mm.	mm.
1	12.3	17.5	12.9	14.2	11.1	19.2	11.9	12.9	10.3	11.7	20.8	21.4	22.7	21.6
2	11.8	14.9	11.4	12.7	9.4	16.2	10.2	11.8	10.2	10.7	22.5	22.5	22.7	22.7
3	12.0	20.1	15.9	16.0	10.3	22.0	10.9	15.9	12.6	13.1	22.0	20.7	21.4	21.4
4	13.5	19.9	14.8	16.1	12.0	22.5	11.4	14.6	12.3	12.8	22.6	22.4	23.2	22.7
5	11.3	18.7	16.5	15.5	9.0	20.3	10.9	15.3	13.4	13.2	23.1	22.1	21.2	22.1
6	11.2	20.2	16.5	16.0	9.1	21.9	10.9	16.2	15.0	14.0	21.4	20.0	20.0	20.5
7	14.9	15.4	14.5	14.9	13.3	17.4	14.6	14.5	10.8	13.3	21.4	22.9	24.8	23.0
8	11.9	19.5	14.5	15.3	8.6	20.6	10.4	14.6	11.5	12.2	25.8	24.6	24.5	25.0
9	13.2	19.1	15.8	16.0	11.7	20.3	12.4	15.0	13.0	13.5	24.1	23.5	23.1	23.6
10	13.3	19.8	14.3	15.8	12.6	20.9	13.1	16.1	13.5	14.2	23.0	23.3	22.8	23.0
11	14.6	18.5	13.4	15.5	12.8	20.3	14.4	16.2	13.1	14.6	22.2	22.3	22.0	22.2
12	13.0	20.7	16.3	16.7	11.9	21.9	12.6	17.3	15.6	15.2	22.5	21.9	22.0	22.1
13	16.1	21.7	16.4	18.1	13.4	22.8	15.6	18.2	13.6	16.5	20.9	19.6	18.9	19.8
14	14.0	17.6	14.7	15.4	13.5	19.6	12.8	14.0	12.6	13.1	17.6	17.5	17.3	17.5
15	11.2	14.7	10.7	12.2	9.6	16.8	10.2	10.9	8.6	9.9	19.3	20.9	22.8	21.0
16	9.9	19.2	12.9	14.0	7.8	20.6	9.0	14.4	10.3	11.2	23.6	22.5	22.1	22.7
17	9.7	15.9	10.5	12.0	9.0	19.6	8.2	11.8	7.3	9.1	22.0	21.6	22.8	22.1
18	8.1	14.5	10.2	10.9	7.0	15.7	5.7	10.0	7.0	7.6	24.1	23.7	24.2	24.0
19	7.4	13.4	6.2	9.0	5.7	14.5	4.9	8.8	3.6	5.8	23.5	22.4	22.3	22.7
20	3.9	10.1	7.6	7.2	2.5	11.3	2.4	7.0	5.4	4.9	21.6	20.7	19.3	20.5
21	6.3	11.1	6.5	8.0	5.8	12.0	4.9	8.4	5.2	6.2	18.5	17.7	18.2	18.1
22	6.7	11.1	8.6	8.8	5.8	14.1	5.6	9.4	8.2	7.7	16.9	16.6	17.3	16.9
23	7.7	15.1	10.9	11.2	5.7	17.5	7.5	12.0	9.5	9.7	17.7	17.7	18.4	17.9
24	6.7	12.9	10.5	10.0	5.0	13.7	6.5	10.9	10.0	9.1	18.0	17.2	15.6	16.9
25	11.6	13.0	11.2	11.9	9.1	14.6	10.2	11.8	10.6	10.9	15.5	15.9	17.5	16.3
26	10.1	17.0	13.5	13.5	8.1	18.5	9.8	13.4	11.6	11.6	20.5	20.5	21.1	20.6
27	10.3	16.0	11.9	12.7	9.0	17.5	9.7	13.4	10.9	11.3	20.3	19.1	19.3	19.6
28	9.5	10.8	9.7	10.0	9.1	11.7	9.3	10.4	9.3	9.7	18.5	18.3	18.0	18.3
29	9.4	15.3	9.9	11.5	7.4	17.0	8.4	11.7	9.7	9.9	17.8	18.0	19.5	18.4
30	9.3	13.7	9.3	10.8	7.1	15.8	9.0	11.6	8.6	9.7	20.1	20.3	21.9	20.8
Moy.	10.70	16.25	12.27	13.06	9.68	17.82	9.78	12.93	10.51	11.08	20.91	20.59	20.91	20.80
Moy.	10.17	14.11	12.27	12.87	9.12	16.87	9.12	12.93	10.51	11.08	20.91	20.59	20.91	20.80

MOYENNES MENSUELLES - SEPTEMBRE 1904

	Altitude m	TEMPÉRATURE DE L'AIR							PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4(7,1,2-9)	Minimum Jour	Maximum Jour	mm.		
		°	°	°	°	°	°			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	10.7	16.2	12.3	12.9	2.5	22.8	13	720.8	
Chamont	1128	7.1	10.3	7.5	8.1	0.0	18.0	6	667.6	
Cernier	800	9.1	14.3	9.7	10.7	1.2	20	13	-	
La Chaux-de-Fonds	990	7.8	13.2	8.6	9.6	0.8	20.6	12	678.5	
La Brévine	1089	6.5	11.9	7.2	8.2	- 0.2	19.6	12	670.5	
		HUMIDITÉ RELATIVE		NÉBULOSITÉ				DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Neuchâtel (Observatoire) .	89	69	81	80	80	7.8	6.0	6.1	6.7	67
Chamont	89	84	85	86	86	8.4	8.2	8.3	8.3	100
Cernier	-	-	-	-	-	6.8	6.4	5.6	6.3	77
La Chaux-de-Fonds	88	66	89	81	81	6.3	6.4	5.1	5.9	99
La Brévine	-	-	-	-	-	7.2	6.4	5.7	6.4	116
		FRÉQUENCE DU VENT								
		N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	
		°	°	°	°	°	°	°	°	
Neuchâtel (Observatoire) .	10	29	6	5	2	5	11	10	5	12
Chamont	22	8	7	0	0	0	1	26	22	4
Cernier	2	0	8	0	0	0	4	18	1	57
La Chaux-de-Fonds	1	29	1	6	2	6	35	2	4	10
La Brévine	0	7	4	7	12	7	16	0	0	44

REMARQUES

1904 — OCTOBRE

- Le 1^{er}, rosée; brouillard sur Chaumont et sur le lac à 7 h.; soleil visible par moments à partir de 10 h.; joran dès 5 h. $\frac{1}{2}$ s.
- 2, rosée; brouillard en bas Chaumont et sur le lac à 7 h. et sur le sol par moments de 7 h. $\frac{1}{2}$ à 9 h. du matin; soleil visible par moments dès 10 h.
- 3, brouillard sur le sol jusqu'à 11 h.; soleil perce à 11 h. $\frac{1}{2}$; assez forts coups de vent SE. après 1 h.
- 4, rosée; le ciel se couvre vers 5 h. et s'éclaircit vers 9 h. s.
- 5, brumeux à 7 h.; soleil perce par moments à partir de 10 h.; le ciel se couvre vers 4 h.; fort vent NE. à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$.
- 6, pluie fine interm. tout le jour; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 7, toutes les Alpes visibles à 9 h. m.; pluie interm. dès 11 h. $\frac{3}{4}$ m.; brouillard sur Chaumont à 1 h.; très fort vent SW. tout le jour.
- 8, pluie fine intermittente tout le jour; soleil visible par petits instants vers 8 h., 1 h. et 3 h. $\frac{3}{4}$.
- 9, pluie faible pendant la nuit; Chaumont *gris* de neige; soleil visible par moments; quelques petites averses dans la matinée.
- 10, soleil visible par moments jusqu'à 1 h.
- 11, pluie intermittente depuis 1 h. à 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 12, pluie fine de 7 h. à 9 h. $\frac{1}{2}$ m.; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 13, clair dans la matinée.
- 14, brumeux le matin; soleil perce vers 12 h. $\frac{1}{2}$ et le vent tourne au SW. vers 1 h.
- 15, brumeux le matin; soleil perce vers 11 h.
- 16, brouillard sur le sol le matin: pluie fine intermittente depuis 9 h. 20 à 1 h. $\frac{1}{4}$ et à partir de 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 17, rosée; brouillard sur le lac et sur le sol le matin; soleil perce vers 11 h. $\frac{1}{2}$; les Alpes visibles le soir, halo lunaire le soir.
- 18, toutes les Alpes visibles le soir; le ciel s'éclaircit vers 9 h. s.
- 19, rosée le matin.
- 20, brouillard sur Chaumont et sur le lac à 7 h.; brise Est à 7 h.; soleil perce vers 3 h. et le ciel s'éclaircit pour un moment vers 3 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 21, brouillard sur le sol, vers 3 h. il monte par moments et devient de nouveau très épais sur le sol par moments le soir, changeant alternativement avec un beau ciel clair.
- 22, brouillard sur le sol tout le jour.
- 23, brouillard sur le sol jusqu'à 9 h. m. et en bas Chaumont à 1 h.; pluie fine interm. depuis 9 h. $\frac{1}{4}$ m. jusqu'à 6 h. s.
- 24, pluie faible pendant la nuit; brouillard sur le sol jusqu'à 11 h. du matin; soleil perce pour un moment vers 12 h. $\frac{1}{2}$; le ciel s'éclaircit entre 2 h. $\frac{1}{2}$ et 3 h.
- 25, brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h., où le soleil perce par moments: forts coups de vent NW. pendant l'après-midi.
- 26, brouillard sur le sol jusqu'à 7 h. du matin; soleil visible par moments dans la matinée; pluie à 9 h. du soir.
- 27, pluie faible pendant la nuit.
- 28, toutes les Alpes visibles avant 7 h. m.; le ciel se couvre vers 9 h. s.
- 29, la bise tombe un peu vers le soir.
- 30, temps brumeux.
- 31, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin; soleil perce après 10 h. $\frac{1}{2}$; quelques gouttes de pluie à 5 h. $\frac{1}{2}$ du soir.

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR					Thermomètre humide					PRESSION ATMOSPHÉRIQUE				
	Thermomètre sec			Therm. extr.		Thermomètre humide			Therm. extr.		700 ^{mm} +				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
1	9.1	14.9	9.5	11.2	0	17.0	8.8	12.1	9.1	10.0	22.0	21.4	21.5	21.6	
2	9.2	15.1	10.7	11.7	6.5	16.2	9.1	13.0	10.5	10.9	22.0	20.4	19.7	20.7	
3	8.7	17.1	11.7	12.5	7.5	18.7	8.6	15.6	10.4	11.5	20.8	20.8	22.2	21.3	
4	11.1	15.5	9.4	12.0	9.0	17.0	9.6	12.6	8.8	10.3	23.7	22.1	23.0	22.9	
5	9.7	16.6	13.9	13.4	8.0	18.5	9.4	13.7	10.2	11.1	22.7	21.2	19.8	21.2	
6	11.9	13.3	14.4	13.2	11.0	15.0	11.2	12.5	11.6	11.8	16.4	15.1	16.4	16.0	
7	13.0	13.7	9.1	11.9	8.1	16.4	12.2	13.0	7.0	10.7	14.1	10.2	16.3	13.5	
8	6.6	8.1	4.5	6.4	4.1	9.5	5.5	6.3	3.7	5.2	17.8	18.9	19.9	18.9	
9	3.2	6.5	2.9	4.2	2.4	8.0	2.1	3.8	1.9	2.6	22.2	23.1	24.7	23.3	
10	3.1	8.3	7.3	6.2	0.0	10.0	2.0	5.9	5.3	4.4	24.0	23.1	22.6	23.2	
11	6.6	6.7	4.1	5.8	3.7	8.7	5.0	5.1	4.0	4.7	19.2	19.2	20.2	19.5	
12	4.3	7.3	6.7	6.1	3.4	8.7	4.0	6.2	6.2	5.5	21.9	23.7	26.3	24.0	
13	6.6	11.6	8.9	9.0	4.9	13.1	5.9	8.7	7.2	7.3	27.2	26.1	25.3	26.2	
14	6.1	12.3	8.3	8.9	5.3	12.8	5.8	9.5	7.2	7.5	22.6	19.9	18.6	20.4	
15	6.7	12.6	7.7	9.0	5.3	15.1	6.3	10.6	7.2	8.0	18.5	18.4	19.9	18.9	
16	5.9	8.5	8.3	7.6	4.3	10.0	5.8	8.0	7.6	7.1	21.6	21.7	23.5	22.3	
17	4.5	11.6	8.9	8.3	3.5	13.6	4.4	9.8	8.3	7.5	25.5	25.6	26.8	26.0	
18	6.9	15.4	13.4	11.9	6.3	18.0	6.6	12.2	11.4	10.1	27.2	27.1	28.3	27.5	
19	11.9	15.7	13.8	13.8	8.7	17.0	11.3	13.6	11.8	12.2	28.8	28.8	29.2	28.9	
20	9.1	12.3	10.6	10.7	7.5	13.5	8.8	11.1	10.2	10.0	28.7	27.8	25.7	27.4	
21	9.5	10.5	8.1	9.4	7.5	12.8	9.2	10.1	8.0	9.1	23.3	21.8	20.2	21.8	
22	7.9	9.4	8.4	8.6	7.2	10.3	7.8	9.1	8.3	8.4	18.6	18.2	18.5	18.4	
23	8.2	9.7	9.3	9.1	7.5	10.7	8.1	9.4	9.2	8.9	18.0	18.5	19.3	18.6	
24	9.9	13.1	9.9	11.0	8.7	14.8	9.8	12.2	9.8	10.6	20.9	22.1	23.6	22.2	
25	9.2	15.4	10.4	11.7	8.4	17.7	9.1	13.5	9.0	10.5	24.0	23.7	25.7	24.5	
26	5.4	12.3	10.3	9.3	4.6	12.7	5.3	9.0	8.3	7.5	24.9	24.7	23.8	24.3	
27	8.8	12.0	7.6	9.5	7.0	13.9	8.2	9.8	5.5	7.8	23.7	22.9	22.4	23.0	
28	4.9	9.9	5.7	6.8	4.4	11.1	3.5	6.6	4.0	4.7	18.4	19.0	18.8	18.7	
29	5.7	10.0	7.1	7.6	4.2	11.1	4.2	7.1	5.9	5.7	18.2	18.2	18.8	18.4	
30	5.6	8.2	8.0	7.3	3.7	9.4	5.4	7.2	6.9	6.5	19.2	19.3	20.9	19.8	
31	6.7	10.7	8.0	8.5	6.2	12.0	6.1	8.7	7.5	7.4	21.2	21.0	22.1	21.1	
Moy.	7.61	11.73	8.93	9.41	5.99	13.33	7.07	9.87	7.81	8.24	21.85	21.12	22.06	21.77	
Moy. 1/10	7.61	11.73	8.93	9.41	5.99	13.33	7.07	9.87	7.81	8.24	21.85	21.12	22.06	21.77	

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				NÉBULOSITÉ. 0 = sans nuages; 10 = tout à fait couvert				Durée d'insolation heures	Ran tombée en 24 h. B. Mes à 7 h. B.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	97	72	96	88	NE 0	S	N	0	10	8	3	7	4.3	.
2	100	79	92	93	NE 1	SE 1	N	1	10	7	0	6	0.25	.
3	100	86	86	91	NE 0	SE 1	N	0	10	3	0	4	5.4	.
4	83	72	94	83	NE 1	E 2	N	0	10	3	3	5	6.7	.
5	97	73	62	77	NE 2	S 1	NE	2	3	3	3	5	3.6	0.5
6	93	92	72	86	SW 3	SW 3	W 3	3	10	10	10	10	3	1.3
7	92	93	74	86	W 2	SW 3	SW 3	3	9	8	9	9	0.25	9.5
8	85	77	89	84	NW 1	NW 2	NW 1	3	10	8	10	9	0.25	4.3
9	83	63	85	77	NE 1	N 2	NE	3	7	7	6	7	1.15	.
10	83	70	74	76	NE 2	E 3	NE	3	6	8	10	8	3.55	3.3
11	79	79	100	86	NE 1	E 2	N	0	9	10	10	10	0.2	0.7
12	97	86	94	92	NE 1	SW 1	N	1	10	10	10	10	.	.
13	91	68	79	79	E 2	E 3	NE	3	9	8	10	9	5.5	.
14	97	70	86	84	NE 1	SE 1	NE	1	10	5	3	8	1.55	.
15	96	78	94	89	NE 1	SW 1	N	0	10	8	10	7	4.15	.
16	100	94	92	95	NW 0	NW 0	NW 1	0	10	10	9	6	.	2.8
17	100	80	93	91	NW 0	E 1	N	0	3	6	10	6	0.4	.
18	97	68	79	81	N 1	SE 1	NE	1	7	6	3	5	4.1	.
19	94	79	79	84	NE 2	NE 2	NE	2	10	8	0	6	1.9	.
20	97	87	96	93	NE 0	SW 0	NE	0	10	10	10	10	.	.
21	97	96	100	98	W 0	SW 1	W	0	10	10	10	8	.	.
22	100	97	100	99	NW 0	SW 1	NW	0	10	10	4	10	.	.
23	100	97	100	99	W 1	E 1	NE	0	10	10	9	10	.	3.8
24	100	91	100	97	SW 0	SW 1	E	0	10	10	8	9	1.55	.
25	100	81	84	88	SW 1	SW 2	NW	0	10	8	0	6	1.2	.
26	100	64	76	80	N 0	SW 1	W	1	4	10	10	8	0.05	0.5
27	93	76	73	81	NE 1	NE 2	E	2	9	7	0	5	5.4	.
28	80	61	76	72	NE 2	NE 3	NE	3	0	1	8	3	8.3	.
29	79	66	85	77	NE 3	NE 3	NE	2	10	7	10	9	3.75	.
30	99	88	86	91	NE 1	SW 0	NW	1	10	10	10	10	.	.
31	93	77	94	88	N 0	SW 1	SW	0	10	6	10	9	.	.
Moy.	93.6	79.4	87.0	86.6	8.6	7.6	6.7	7.6	63.5	26.7	Somme	Somme		

MOYENNES MENSUELLES — OCTOBRE 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	Jour		
Neuchâtel (Observatoire)	488	7.6	11.7	8.9	9.3	0.0	10	18.7	3	721.8	
Chamont	1128	5.0	8.2	5.6	6.1	-2.5	10	14.0	21	667.9	
Gernier	800	6.3	10.7	7.1	7.8	1.0	9	16.6	3	-	
La Chaux-de-Fonds	990	5.4	10.1	6.1	6.9	-1.3	9	16.6	20	679.1	
La Brévine	1089	3.5	8.7	5.0	5.6	-4.0	10	15.0	22	670.8	

TEMPÉRATURE DE L'AIR										PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	Moy. (7 h., 9 h., 1 h., 7 h.)					Minimum		Maximum		mm.	
	7 h.	1 h.	9 h.	0	0	0	0	Jour	J		

REMARQUES

1904 — NOVEMBRE

- Le 1^{er}, brouillard épais sur le sol jusqu'à 10 h. $\frac{1}{2}$ m., et sur le lac à 1 h.
2, brouillard en bas Chaumont le matin et sur le lac à 1 h.
3, brouillard sur Chaumont à 7 h. m.; soleil perce vers 2 h. $\frac{1}{2}$.
4, brouillard sur Chaumont le matin; soleil perce après 11 h. $\frac{1}{2}$; le ciel s'éclaircit vers 12 h.; vent S. à 2 h.; les Alpes visibles le soir.
5, brouillard sur le sol par moments le matin; soleil visible un instant vers 9 h. $\frac{1}{2}$; le ciel s'éclaircit complètement vers 1 h. et se couvre de nouveau vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
6, rosée et brouillard sur le sol par moments jusqu'à 10 h. du matin; toutes les Alpes visibles l'après-midi.
7, brouillard sur le sol par moments le matin; soleil visible un instant vers 10 h. $\frac{1}{2}$; gouttes de pluie fine dans la soirée et pluie à partir de 9 h. 10.
8, pluie intermittente jusqu'à 8 h. du matin; soleil visible par petits moments de 10 h. à 11 h. $\frac{1}{2}$; petites averses intermittentes à partir de 1 h.; mêlées de quelques flocons de neige à 4 h.
9, pluie fine intermittente à partir de 1 h.
10, pluie fine interm. jusqu'à 3 h. s.; brouillard sur Chaumont; soleil perce un instant vers 11 h. et 2 h. $\frac{1}{2}$; le vent tombe vers 3 h. $\frac{1}{2}$.
11, pluie fine intermittente de 11 h. $\frac{1}{2}$ à 3 h.
12, gouttes de pluie fine par moments le matin; soleil visible un moment vers 12 h.; joran depuis 5 h. du soir; le ciel s'éclaircit complètement après 6 h. du soir.
13, toutes les Alpes visibles tout le jour; forte bise dès 9 h. m.
15, gelée blanche le matin; brise SSE. sur le lac à 7 h. et NE. à partir de 2 h.; toutes les Alpes visibles vers le soir.
16, gelée blanche le matin; brume sur le lac à 1 h. et l'après-midi; les Alpes sont visibles à travers la brume; joran à 4 h.
17, toutes les Alpes visibles le matin.
18, gelée blanche le matin; le ciel se couvre vers 10 h. $\frac{1}{2}$ et s'éclaircit complètement vers 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
19, gelée blanche le matin; brouillard épais sur le sol jusqu'à 7 h. m. et le soir à partir de 8 h.; brouillard épais sur le lac à 1 h.
20, brouillard épais sur le sol jusqu'à 11 h. du matin et par moments le soir à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$.
21, pluie faible la nuit; forts coups de vent W. par moments le soir.
22, pluie fine interm. dès 11 h. m.; toutes les Alpes visibles le matin.
23, pluie faible mêlée de neige pendant la nuit; Chaumont et les préalpes sont blancs de neige le matin.
24, soleil visible par petits instants entre 12 h. $\frac{1}{2}$ et 1 h. $\frac{1}{2}$; quelques flocons de neige pendant l'après-midi.
25, brouillard sur Chaumont à 1 h.; le ciel s'éclaircit partiellement à partir de 7 h. du soir.
26, neige fine pendant la nuit; soleil perce par moments dès 10 h.
27, flocons de neige fine dans la matinée; soleil visible par moments jusqu'à 1 h. $\frac{1}{2}$.
28, neige fine pendant la nuit.
29, givre sur le sol et brouillard en bas Chaumont et sur le lac à 7 h. du matin; soleil perce vers 11 h. $\frac{1}{2}$; le ciel s'éclaircit vers 12 h. et se couvre de nouveau vers 6 h. du soir.
30, givre sur le sol; brouillard sur le lac le matin; le ciel se couvre par moments.

NEUCHÂTEL (OBSERVATOIRE)

1904 — NOVEMBRE

Jours	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE							
	Thermomètre sec						Thermomètre humide			700 ^{mm} +				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Therm. extr.		7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne
					Minim.	Maxim.								
1	5.5	8.5	6.0	6.7	4.9	10.3	5.4	7.8	5.8	6.3	23.3	23.5	24.0	23.6
2	6.7	7.2	6.2	6.7	5.0	8.3	6.1	5.9	4.8	5.6	25.3	25.9	27.2	26.1
3	5.7	7.3	5.7	6.2	5.4	8.7	4.6	5.6	4.4	4.9	26.8	27.4	27.8	27.3
4	4.3	7.5	2.6	4.8	2.2	8.7	3.4	5.7	2.1	3.7	27.2	26.3	25.5	26.3
5	3.4	7.2	3.5	4.7	0.7	9.0	3.2	5.9	3.3	4.1	23.5	22.3	21.2	22.3
6	3.7	12.1	6.7	7.5	2.1	13.0	3.6	9.2	5.3	6.0	21.5	20.9	21.3	21.2
7	2.7	8.4	10.8	7.3	2.1	11.9	2.6	7.2	9.0	6.3	19.9	17.8	14.5	17.4
8	8.3	6.8	5.7	7.3	4.0	11.6	7.6	4.1	4.0	5.2	14.1	20.8	24.1	19.7
9	5.3	7.7	7.2	6.7	4.6	8.6	4.2	5.6	6.3	5.4	23.5	22.6	21.6	22.6
10	8.7	9.9	10.3	9.6	6.5	12.3	8.0	9.3	7.8	8.4	19.9	21.1	23.5	21.5
11	6.6	9.0	9.0	8.2	5.9	10.0	6.4	7.8	7.9	7.4	24.1	24.2	24.9	24.4
12	9.6	12.7	9.1	10.5	7.3	14.2	8.5	10.9	7.2	8.9	21.8	26.5	27.6	26.3
13	5.3	9.9	6.5	7.2	3.4	10.6	4.5	7.2	4.1	5.3	28.5	28.6	29.6	28.9
14	1.9	7.3	3.6	4.3	1.3	8.6	0.9	4.2	1.6	2.2	29.8	30.9	33.4	31.4
15	1.5	6.0	3.2	2.6	-2.0	7.3	-2.0	4.0	1.2	1.1	33.7	32.8	31.2	32.6
16	0.6	6.6	4.9	3.6	-2.0	8.8	-0.8	4.8	2.7	2.2	29.0	26.5	25.7	27.1
17	2.0	6.9	3.3	4.1	1.1	7.9	0.1	4.0	1.4	1.8	25.9	25.6	28.1	26.5
18	1.9	3.7	0.7	0.8	-2.5	5.0	-2.0	2.4	-0.7	-0.1	28.0	26.7	25.6	26.8
19	2.9	4.3	0.4	0.6	-3.3	5.3	-3.0	3.2	0.3	0.2	26.1	24.9	25.1	25.4
20	0.2	3.2	1.5	1.6	-0.9	4.6	0.1	2.9	1.4	1.5	24.2	22.4	22.0	22.9
21	3.6	10.8	6.1	6.8	0.3	11.3	3.5	7.5	3.9	5.0	19.8	18.5	17.1	18.5
22	6.2	6.7	2.6	5.2	2.1	9.2	4.5	5.4	2.5	4.1	12.3	09.5	10.8	10.9
23	0.1	1.1	-0.1	0.4	-0.5	2.8	-0.2	0.3	-1.2	-0.4	10.1	08.6	09.4	09.8
24	0.6	2.0	-0.6	0.3	-1.3	3.5	-1.2	0.8	-1.2	-0.5	08.4	08.6	09.4	08.8
25	-2.5	-1.2	-4.1	-2.6	-4.5	0.5	-2.8	-2.0	-4.4	-3.1	10.4	11.5	14.0	12.0
26	-3.7	0.0	-2.5	-2.1	-5.3	2.0	-4.0	-1.0	-3.0	-2.7	15.9	15.4	16.2	15.8
27	-5.5	0.4	-1.3	-2.1	-6.0	1.5	-6.0	1.2	-2.6	-3.3	16.7	15.7	14.5	15.6
28	-1.4	2.2	-0.6	0.1	-3.0	3.7	-2.2	0.8	-1.2	-0.9	14.4	14.7	16.2	15.1
29	-4.5	-0.7	-2.3	-2.5	-5.3	0.7	-4.6	-2.0	-3.0	-3.0	18.4	19.6	22.0	20.0
-	-6.3	-0.3	1.1	-1.8	-6.7	1.8	-6.4	-1.0	-0.2	-2.5	23.3	23.3	22.9	23.2
Moy.	1.96	5.78	3.51	3.76	0.52	7.37	1.10	4.18	2.32	2.61	21.63	21.18	21.88	21.67

MOYENNES MENSUELLES — NOVEMBRE 1904

	Altitude	TEMPÉRATURE DE L'AIR							PRESSION ATM. MOYENNES	
		7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 1/4 (7,1, 2-9)	Minimum Jour	Maximum Jour	mm.	mm.	
		°	°	°	°	°	°			
Neuchâtel (Observatoire) .	488	2.0	5.8	3.5	3.7	- 6.7	14.2	12	721.7	
Chaumont	1128	0.8	3.6	0.9	1.5	- 9.0	27	16	666.5	
Cernier	800	0.5	5.0	1.5	2.1	- 9.2	29	11.2	—	
La Chaux-de-Fonds . . .	990	- 0.6	4.7	0.2	1.1	- 12.7	29	13.3	678.1	
La Brévine	1089	- 1.9	3.5	- 0.8	0.0	- 18.8	29	13.0	669.8	

	HUMIDITÉ RELATIVE			NÉBULOSITÉ			DURÉE D'INSOLATION		Eau tombée (pluie, neige)
	7 h.	1 h.	9 h.	7 h.	1 h.	9 h.	Heures	Somme	mm.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Neuchâtel (Observatoire) .	93	79	83	7.8	6.7	6.2	6.9	48.8	22
Chaumont	77	74	72	6.4	6.1	6.0	6.2	—	29
Cernier	—	—	—	5.4	5.5	4.7	5.2	—	41
La Chaux-de-Fonds . . .	86	67	85	5.9	5.5	5.4	5.6	91.1	56
La Brévine	—	—	—	6.4	5.5	5.7	5.9	—	50

FRÉQUENCE DU VENT									
N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme	
8	28	4	2	2	22	3	8	13	
67	8	0	0	0	0	4	5	6	
1	0	2	1	0	8	11	0	67	
1	27	2	1	2	47	1	0	9	
0	2	0	5	3	19	0	0	61	

Neuchâtel (Observatoire) .	8	28	4	2	22	3	8	13
Chaumont	67	8	0	0	0	4	5	6
Cernier	1	0	2	1	0	11	0	67
La Chaux-de-Fonds . . .	1	27	2	1	2	1	0	9
La Brévine	0	2	0	5	19	0	0	61

REMARQUES

1904 — DÉCEMBRE

- Le 1^{er}, soleil visible par moments; brises SW. et SE. sur le lac à 1 h. : toutes les Alpes visibles l'après-midi.
- 2, brouillard sur le sol le matin et en bas Chaumont depuis 12 h.
- 3, temps brumeux: gouttes de pluie fine entre 2 h. et 4 h. et le soir pluie fine intermittente à partir de 8 h. $\frac{1}{4}$.
- 4, pluie faible pendant la nuit; brouillard sur le lac à 1 h.; soleil visible un moment l'après-midi; le ciel s'éclaircit le soir.
- 6, pluie interm. jusqu'à 11 h. m. et à partir de 8 h. $\frac{1}{4}$ s.; soleil perce après 11 h.; toutes les Alpes visibles l'après-midi.
- 7, tempête d'Ouest avec pluie pendant la nuit et pluie intermittente tout le jour.
- 8, pluie pendant la nuit et pluie fine intermittente à partir de 11 h. $\frac{1}{4}$ du matin, mêlée de flocons de neige le soir; soleil visible un moment entre 10 h. et 11 h.
- 9, toutes les Alpes visibles le matin; soleil visible par moments entre 12 h. et 1 h. $\frac{1}{2}$.
- 10, neige fine pendant la nuit; le ciel s'éclaircit vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 11, gouttes de pluie fine par moments pendant toute la journée.
- 12, neige de 12 h. $\frac{1}{4}$ à 1 h. $\frac{3}{4}$ et ensuite pluie jusqu'à 6 h. du soir.
- 13, pluie fine intermittente jusqu'à 2 h.; brouillard sur Chaumont à 1 h.
- 14, ciel clair depuis 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin jusqu'à 3 h. du soir.
- 15, pluie fine interm. tout le jour mêlée de neige pendant la nuit.
- 16, brouillard en bas Chaumont à 1 h.; le ciel s'éclaircit complètement vers 9 h. du soir.
- 17, brouillard épais sur le sol tout le jour.
- 18, brouillard très épais sur le sol tout le jour.
- 19, brouillard très épais sur le sol le matin, vers 1 h. $\frac{1}{2}$ il monte à 200 mètres et après 3 h. le sommet de Chaumont est pour un petit moment visible et le soir le brouillard monte complètement.
- 20, brouillard sur Chaumont à 7 h. du matin.
- 21, brouillard sur Chaumont tout le jour.
- 22, brouillard en bas Chaumont toute la journée et sur le sol à partir de 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir.
- 23, brouillard en bas Chaumont tout le jour et très épais sur le sol le soir.
- 24, brouillard sur le sol tout le jour et épais le soir.
- 25, brouillard en bas Chaumont tout le jour.
- 26, brouillard en bas Chaumont.
- 27, brouillard en bas Chaumont le matin; le ciel s'éclaircit après 10 h. du matin et se couvre de nouveau vers 2 h. du soir; assez forte bise à partir de 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin.
- 28, le ciel s'éclaircit vers 11 h. et se couvre de nouveau vers 2 h.
- 29, les Alpes visibles à travers la brume.
- 30, les Alpes visibles le matin; fort vent d'Ouest depuis 1 h. $\frac{1}{2}$ et pluie fine intermittente à partir de 2 h. $\frac{1}{4}$.
- 31, pluie pendant la nuit et grésil intermittent vers le matin jusqu'à 8 h.; soleil visible par moments avant midi et un moment entre 3 h. et 4 h.; neige fine intermittente à partir de 2 h. et dès 6 h. du soir, elle tombe très serrée en tourbillons, environ 5 cm. de neige à 9 h. du soir.

jour	TEMPÉRATURE DE L'AIR						PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 700 ^{mm} +				
	Thermomètre sec			Therm. extr.			Thermomètre humide				
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	Minim.	Maxim.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	
1	2.2	5.4	2.5	°	0.6	6.5	1.2	4.2	1.8	°	2.4
2	1.7	3.0	2.3	°	0.7	4.1	1.6	2.4	1.8	°	1.9
3	0.7	3.9	3.3	°	0.4	6.1	0.4	3.2	3.0	°	2.2
4	2.7	5.9	0.5	°	0.0	7.0	2.4	4.7	0.0	°	2.4
5	0.4	2.9	0.7	°	-2.2	4.7	0.2	2.2	0.6	°	1.0
6	1.8	8.6	7.8	°	0.3	9.6	4.4	7.3	6.4	°	6.0
7	8.1	8.5	8.0	°	7.0	9.7	7.5	8.2	7.6	°	7.8
8	3.6	5.3	1.9	°	0.7	6.5	2.9	3.8	0.4	°	2.4
9	-2.1	2.7	-0.1	°	-2.5	3.2	-2.6	1.6	-1.0	°	-0.7
10	-0.1	2.5	-0.5	°	-1.5	3.6	-0.6	1.4	-0.8	°	0.0
11	0.2	2.7	4.3	°	-1.7	5.0	-0.1	2.1	2.5	°	1.5
12	2.1	1.5	3.8	°	0.8	4.5	1.5	1.2	3.1	°	1.9
13	2.4	3.2	3.3	°	1.2	4.5	1.8	2.5	2.2	°	2.2
14	1.6	5.3	0.9	°	0.5	5.8	1.1	3.7	0.4	°	1.7
15	2.1	5.5	4.1	°	-0.1	6.5	1.9	4.6	3.4	°	3.3
16	2.3	3.3	1.0	°	0.5	4.3	2.0	2.8	0.8	°	1.9
17	1.1	2.6	1.5	°	0.0	3.5	1.0	2.6	1.4	°	1.7
18	0.3	0.9	0.9	°	-0.2	2.0	0.2	0.9	0.8	°	0.6
19	-1.1	2.0	4.6	°	-1.5	5.0	-1.2	1.9	3.6	°	1.4
20	2.9	3.0	1.5	°	1.1	4.0	2.1	1.8	0.4	°	1.4
21	-0.7	0.1	-0.6	°	-1.0	2.0	-1.5	-0.8	-1.2	°	-1.2
22	-1.0	-0.7	-0.9	°	-1.7	1.0	-1.4	-1.2	-1.0	°	-1.2
23	-1.6	-1.1	-1.2	°	-2.3	0.5	-1.9	-1.3	-1.3	°	-1.5
24	-1.9	-1.6	-1.4	°	-2.5	-0.4	-2.0	-1.7	-1.5	°	-1.7
25	-1.5	-0.7	-1.0	°	-2.2	0.5	-1.6	-1.0	-1.3	°	-1.3
26	-1.4	-0.5	-1.1	°	-1.9	0.7	-1.6	-1.0	-1.2	°	-1.3
27	-1.4	2.7	0.7	°	-2.5	3.5	-1.5	1.6	-0.2	°	0.0
28	-0.3	2.4	-0.6	°	-0.8	3.5	-1.1	0.6	-2.0	°	-0.8
29	-1.7	1.1	2.2	°	-2.5	3.2	-2.6	-0.3	1.0	°	-0.6
30	2.9	5.6	4.9	°	1.3	6.5	2.1	4.0	3.4	°	3.2
31	2.7	1.9	-2.7	°	-3.3	4.1	1.1	0.1	-2.8	°	-0.5
Moy.	0.97	2.81	1.65	1.81	0.49	1.33	0.51	2.01	0.98	1.16	
Moy. 1/4	0.87	1.11	1.29	1.78				20.96	20.41	20.93	20.76

Jours	HUMIDITÉ RELATIVE en %				VENT Direction et intensité				0 sans nuages; 10 couvert				Durée d'insolation heures	Rau tombée en 24 h. mes. à 7 h. m. du lendemain.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne		
1	84	83	100	89	W 1	SE 1	NE 0	10	9	0	6	mm.		
2	100	92	93	95	NE 0	W 1	NE 0	10	10	10	10	0.3		
3	96	90	97	94	N 1	SW 1	NW 0	10	10	10	10	0.3		
4	97	84	93	91	NE 0	SE 1	N 0	10	6	0	5	0.3		
5	98	90	100	96	N 0	W 1	N 0	10	6	5	7	5.0		
6	95	84	82	87	W 2	W 2	W 2	10	6	10	9	6.5		
7	93	97	96	95	SW 1	SW 2	SW 2	10	10	10	10	23.3		
8	95	79	76	83	SW 1	SW 2	SW 2	10	10	10	10	2.5		
9	92	83	86	87	NW 0	SE 1	N 1	3	6	9	6	0.43		
10	93	83	97	91	NE 0	E 0	N 0	10	10	5	8	0.5		
11	96	92	73	87	N 0	E 0	W 1	10	10	10	10	11.2		
12	91	96	90	92	W 1	SW 2	SW 2	10	10	6	9	0.8		
13	91	90	83	88	SW 1	SW 2	W 1	10	10	10	10	3.4		
14	93	78	93	88	NE 1	E 1	N 0	10	3	9	7	1.0		
15	98	88	90	92	W 2	SW 2	W 1	10	8	10	9	0.2		
16	96	93	98	96	NW 1	SW 1	W 0	10	10	2	7	0.2		
17	100	100	100	100	NE 0	SW 0	NW 0	10	10	10	10	0.5		
18	100	100	100	100	NW 1	SW 0	NE 0	10	10	10	10	11.2		
19	100	100	86	95	NE 0	NE 1	NE 1	10	10	10	10	0.8		
20	88	82	82	84	NE 2	NE 2	NE 3	10	10	9	10	3.4		
21	87	86	91	88	NE 1	NE 1	NW 1	10	10	10	10	1.0		
22	94	92	100	95	SW 0	NW 1	NE 0	10	10	10	10	0.2		
23	96	98	100	98	W 1	W 1	N 0	10	10	10	10	0.2		
24	100	100	100	100	N 1	NW 0	NW 0	10	10	10	10	0.2		
25	100	96	96	97	NW 0	NE 0	NW 0	10	10	10	10	0.2		
26	98	93	100	97	NE 1	SW 1	NW 1	10	10	10	10	0.2		
27	100	83	85	89	NE 1	E 3	NE 2	10	10	10	10	0.2		
28	87	72	76	78	N 0	SW 2	NW 1	10	2	10	7	0.2		
29	84	77	81	81	NE 1	SE 1	NW 2	10	7	10	9	0.2		
30	88	78	79	82	SW 2	SW 2	SW 3	10	10	10	10	13.0		
31	75	71	100	82	NW 3	SE 2	NE 1	10	9	10	10	7.6		
Mo.	93.7	88.1	91.1	90.9				9.8	8.5	8.5	8.9	6.45	75.3	
								Somme					Somme	

MOYENNES MENSUELLES — DÉCEMBRE 1904

TEMPÉRATURE DE L'AIR													PRESSION ATM. MOYENNES	
Altitude	7 h.		1 h.		9 h.		Moy. 1/2(7,1, 2-9)		Minimum Jour		Maximum Jour		mm.	
m.														
Neuchâtel (Observatoire) .	488	1.0	2.8	1.6	1.8	0	0	- 3.3	31	9.7	7	720.8		
Chauxmont	1128	- 2.0	1.5	- 1.4	- 0.8	- 1.4	- 0.8	- 6.0	9	9.0	18	665.3		
Gernier	800	- 1.1	1.4	- 0.8	- 0.3	- 0.8	- 0.3	- 8.0	24	9.0	7	-		
La Chaux-de-Fonds	990	- 2.6	1.8	- 1.7	- 1.1	- 1.7	- 1.1	- 9.9	26	8.3	7	676.8		
La Brévine	1089	- 5.3	- 0.9	- 3.1	- 3.1	- 3.1	- 3.1	- 17.4	25	8.0	7	668.6		
HUMIDITÉ RELATIVE														
NÉBULOSITÉ														
DURÉE D'INSOLATION														
Eau tombée (pluie, neige)														
Somme														
mm.														
Neuchâtel (Observatoire) .	94	88	91	9.8	8.5	8.5	8.9	6.43	75					
Chauxmont	88	88	88	6.5	5.2	6.3	6.0	—	24					
Gernier	-	-	-	8.0	7.0	7.6	7.5	—	90					
La Chaux-de-Fonds	92	83	90	88	5.4	6.4	6.3	476.5	98					
La Brévine	-	-	-	6.6	4.7	6.1	5.8	—	102					
FRÉQUENCE DU VENT														
Somme														
mm.														
Neuchâtel (Observatoire) .	3	13	2	5	0	18	13	8	31					
Chauxmont	45	16	2	0	0	0	5	9	16					
Gernier	0	0	2	0	0	7	7	1	76					
La Chaux-de-Fonds	0	12	0	8	10	42	1	0	20					
La Brévine	0	5	0	2	8	9	1	0	68					

PROCÈS-VERBAL

DE LA 49^m• SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

AU PALAIS FÉDÉRAL A BERNE

LE 23 AVRIL 1904

49^e Séance de la Commission géodésique suisse, le 23 avril 1904.

Présidence de M. le Colonel Lochmann, Président.

Présents: M. *Rebstein*, professeur au polytechnicum de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'observatoire de Genève, secrétaire de la Commission ; M. *A. Riggenbach*, professeur à l'université de Bâle ; M. *M. Rosenmund*, professeur de géodésie au polytechnicum de Zurich ; M. le professeur *A. Wolfer*, directeur de l'observatoire de Zurich.

M. *Niethammer*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance.

La séance est ouverte à 10 heures 50 minutes ; elle est interrompue de midi 55 minutes à 4 heures 15 minutes ; les membres de la Commission profitent de cette interruption pour visiter le nouveau bâtiment et les installations du *Service topographique fédéral*, sous la direction de M. *Held*, directeur de ce service¹ ; la séance est levée à 7 heures 15 minutes.

Sur la proposition du *Président*, l'ordre du jour de la séance est fixé comme suit : 1) Affaires administratives. 2) Travaux géodésiques, rapport sur l'exercice 1903, programme pour 1904 et publications géodésiques. 3) Rapports spéciaux et programme des travaux futurs. 4) Nivellement de précision. 5) Rapport financier sur l'exercice 1903, budget rectifié pour 1904 et budget provisoire pour 1905.

¹ La Commission géodésique disposera dans le bâtiment du *Service topographique* d'une salle pour ses archives, sa bibliothèque, ses instruments. etc.

I. — Affaires administratives.

Le *Président* rappelle quelques événements de l'année écoulée, en particulier la XIV^{me} Conférence générale de l'Association géodésique internationale à Copenhague, à laquelle la Commission géodésique suisse était représentée par M. R. Gautier qui rapportera au cours de la séance. Il met ensuite en discussion un certain nombre de questions déjà traitées antérieurement et sur lesquelles il y a lieu de revenir.

1) *Listes d'expédition pour les publications futures de la Commission.* — Celle des procès-verbaux a été complétée et, sur une demande du 13 janvier du Département fédéral de l'Intérieur, il est immédiatement décidé que les membres du Conseil fédéral, la plus haute autorité de notre pays, recevront dorénavant tous des exemplaires de toutes les publications de la Commission.

Quant aux futurs volumes des *Publications* de la Commission, la liste d'envoi a été révisée. M. *Rosenmund* a fait circuler une liste complétée pour les exemplaires à distribuer en Suisse. M. *Riggenbach* se propose d'en établir une semblable pour les expéditions à faire à l'étranger et de la mettre en circulation dès qu'elle sera terminée. (Approuvé.)

M. *Gautier* remercie MM. *Rosenmund* et *Riggenbach* de la peine qu'ils ont prise et vont prendre. En ce qui concerne les expéditions à l'étranger, il y aura lieu de s'assurer que tous les Instituts qui nous envoient leurs publications figurent sur cette liste.

La Commission décide enfin que ces listes seront publiées dans le prochain volume des *Publications*.

2) *Bibliothèque de la Commission.* — M. *Gautier*, comme

il l'avait annoncé, a profité de la Conférence générale de Copenhague pour adresser à un certain nombre de délégués des demandes pour que la Commission géodésique suisse soit inscrite sur les listes d'envois des Instituts ou Commissions géodésiques des pays de l'Association géodésique internationale. Ses ouvertures ayant été très aimablement accueillies, M. Gautier les a confirmées par lettres adressées : pour l'Allemagne et le Bureau Central, à M. le professeur *Helmert* ; pour la France, à M. le Commandant *Bourgeois*, chef de la section de Géodésie au Service géographique de l'Armée, et à M. *Lallemant*, Directeur du Service du Nivellement général de la France ; pour la Grande-Bretagne et les Colonies britanniques, à M. *G. Howard Darwin* à Cambridge ; pour l'Italie, à MM. les professeurs *Celoria* et *Guarducci* ; et pour les États-Unis, à M. *O.-H. Tittmann*, Surintendant du U.-S. Coast and Geodetic Survey, à Washington.

Ces demandes ont été entendues et non seulement la Commission est assurée de recevoir à l'avenir les publications géodésiques de ces divers pays, mais nous avons reçu des publications antérieures importantes de la plupart des Instituts et Commissions géodésiques nationales. Ce sont :

le Bureau central de l'Association géodésique internationale et l'Institut géodésique prussien à Potsdam ;

le Service géographique de l'Armée à Paris ;

le Service du Nivellement général de la France à Paris ;

par l'obligeante entremise de M. Darwin : l'Ordnance Survey Office à Southampton, le Geodetic Survey of S. Africa au Cap, et le Geodetic Survey of India Department ;

la Commission géodésique italienne qui nous a adressé une caisse contenant un grand nombre de publications :

le U. S. Coast and Geodetic Survey, à Washington.

M. Gautier a remercié par lettres toutes les personnes qui

ont bien voulu contribuer à enrichir notre bibliothèque, mais il tenait à rappeler leur générosité officiellement en séance de la Commission.

Au cours de sa correspondance, une question s'est posée à M. Gautier au sujet de l'adresse qu'il fallait donner pour la Commission géodésique. Il a pris sur lui de donner l'adresse du Service topographique fédéral à Berne, dans les locaux duquel la Commission a, depuis longtemps, ses archives et qui a toujours eu la bonté d'héberger ses livres. La Commission géodésique suisse n'a en effet aucun siège officiel et l'ingénieur n'a pas non plus de domicile officiel. M. Gautier y voyait un autre avantage : les livres appartenant à la Commission doivent servir avant tout à notre ingénieur, mais beaucoup d'entre eux peuvent servir aussi aux ingénieurs du Service topographique, et si celui-ci héberge la bibliothèque de la Commission, il est juste qu'il en bénéficie.

M. Rosenmund déclare que le Service topographique fédéral est tout à fait d'accord de recevoir dans ses locaux les publications adressées à la Commission géodésique et il sera heureux d'en prendre connaissance à l'occasion.

Autrefois, les rares envois faits directement à la Commission étaient transmis à l'ingénieur. Pour les beaux envois qui ont été faits récemment, les listes seules ont été transmises à M. Niethammer qui a choisi les publications qu'il désirait avoir à Bâle et qui tient un double du catalogue de la bibliothèque de la Commission. M. Rosenmund demande qu'il soit bien établi que l'ingénieur de la Commission renverra au fur et à mesure au Service topographique les ouvrages dont il n'aura plus l'emploi.

M. Rosenmund adresse en terminant, au nom de la Commission, ses remerciements à M. Gautier pour la peine qu'il

a prise et qui a eu de si favorables résultats pour l'accroissement de la bibliothèque de la Commission.

3) En l'absence de M. *Niethammer*, M. *Riggenbach* communique à la Commission que notre ingénieur s'est préparé cet hiver en vue de son examen de doctorat en philosophie à l'université de Bâle. Comme sujet de dissertation, M. *Niethammer* a choisi une partie des travaux qu'il a faits pour le compte de la Commission, les mesures de pendule faites par lui dans la vallée de Saint-Nicolas, afin de ne pas employer son temps dans un domaine différent. D'après des conversations que M. *Riggenbach* avait eues d'abord avec notre regretté ancien président *Hirsch*, puis avec notre président actuel, il a estimé que ce procédé était tout à fait admissible. La dissertation sera naturellement imprimée comme telle au nombre d'exemplaires exigé par l'université de Bâle, puis le travail complet paraîtra dans un volume des Publications de la Commission.

Sur l'avis conforme de MM. *Gautier* et *Wolfer* qui rappelle un précédent analogue d'un autre ingénieur de la Commission, celle-ci approuve à l'unanimité que M. *Niethammer* prenne comme sujet de sa dissertation un travail exécuté pour elle. Le *Président* est chargé de communiquer cette décision à M. *Niethammer*.

II. — Travaux géodésiques.

Le *Président* rappelle que, outre les rapports préliminaires qui lui ont été envoyés au cours de ses travaux par M. *Niethammer*, celui-ci a rédigé un rapport détaillé de 34 pages qui a été récemment distribué aux membres de la Commission.

Voici le texte abrégé de ce rapport (rédigé par M. Niethammer):

Auszug aus dem Berichte über die astronomisch-geodätischen Arbeiten im Jahre 1903.

I. Allgemeines.

Die Campagne begann mit dem Bezug der astronomischen Station *Rämel*; der Aufenthalt daselbst dauerte vom 4.-29. Juni. Daran schlossen sich Schweremessungen im benachbarten *Bade Burg*. Von Mitte Juli bis Mitte September wurde an 7 Stationen im Ober-Wallis die Schwere bestimmt, nämlich auf: *Belalp*; *Hotel Jungfrau am Eggishorn*; *Concordiahütte am Aletschgletscher*; *Fiesch*; *Reckingen*; *Oberwald* und *Gletsch*. Verzögerungen durch regnerische Witterung bewirkten, dass die Erledigung einer Schwerestation durchschnittlich 10 Tage beanspruchte. Den Schluss bildeten Pendelmessungen an den drei innersten Stationen in der Nordhälfte des Simplontunnels von Mitte September bis Mitte Oktober. Unmittelbar vor und nach der Campagne wurden die Schwingungszeiten der Pendel in *Basel* bestimmt, sowie die Parswerte der Niveau des Universalinstrumentes. Es ergab sich für das

	Axenniveau	Höheniveau
vor der Campagne	$1 p = 1,135$	$1 p = 1,085$
nach der Campagne	1.109	1.079
zur Reduktion der Beobachtungen dienten die Mittel:		
	1.122	1.082

II. Bestimmung der Polhöhe und des Azimuts auf der Station Rämel.

Die Station *Rämel*, auf einem nordwestlichen Ausläufer des Jura an der elsässisch-schweizerischen Grenze gelegen, ist ein Punkt zweiter Ordnung der Triangulation der Kantone *Basel, Solothurn* und *Bern* (Vgl. Dreiecknetz Bd. 9, p. 77). Die Beobachtungen fanden in der transportablen Hütte auf einem

exzentrischen, gemauerten Pfeiler statt. Die hier mitgeteilten Ergebnisse sind auf das Zentrum des alten rechteckigen Signalsteines unter dem ehemaligen Pyramidensignal der Triangulation reduziert.

Die Pohlhöhe ist aus Messungen der Zenitdistanzen von 36 Sternen im Momente ihrer Kulmination abgeleitet (Vgl. Proc. verb. 1903, p. 31.). Die Messungen wurden auf 12 Stände verteilt und ergeben:

Polhöhe Rämel, altes Zentrum, $47^{\circ} 26' 45''.39 \pm 0''.08$ m. F.

Der m. F. ist aus der Unsicherheit der Einzelmessung einer Zenitdistanz hergeleitet, welche $\pm 1''.00$ beträgt. Durch Vergleichung der 12 Standmittel mit ihrem Endmittel würde man als m. F. des Endresultates $\pm 0''.09$ erhalten.

Das Azimut der Richtung nach dem Signal Vogelberg wurde durch direkte Messung des Azimutunterschiedes von Signal und Polarstern gewonnen. Die Messungen sind auf 12 Kreisstände verteilt und zur Hälfte morgens, zur Hälfte abends ausgeführt. Unter Berücksichtigung der Zentrierung und der Meridiankonvergenz erhält man:

Azimut von Rämel, altes Zentrum, nach Vogelberg, $113^{\circ} 15' 49''.16$

Der mittlere Fehler des Endwertes beträgt, abgeleitet aus der Vergleichung

der Einzelmessungen mit dem Standmittel $\pm 0''.12$

der Standmittel mit dem Endmittel $\pm 0''.52$

In Verbindung mit den geodätischen Werten:

der Polhöhe Rämel, $47^{\circ} 26' 48''.03$

und des Azimutes Rämel nach Vogelberg, $113^{\circ} 15' 47''.87$

folgt:

1. Lotabweichung n. Norden, $\xi = -2''.64$ $\rho = 2''.9$

2. „ „ „ Osten, $\eta = +1''.18$ $\alpha = 155^{\circ} 8'$

Hiernach stände die Lotrichtung senkrecht zur Hauptstreichrichtung des Jura und würde von dessen im Süden gelegenen Massen abgestossen; nimmt man aber an, es sei für Bern die

Lotabweichung in Breite, $+ 4''$

„ „ „ Länge, $+ 3''$

so wird für die Station Rämél:

$$\varrho = 3.5 \quad \alpha = 67.0$$

d. h. das Lot liegt in einem zum Hauptzuge des Jura parallelen Normalschnitt des Ellipsoids und wird von den südlich der Station liegenden Hauptmassen angezogen.

III. Schweremessungen.

Bei den Schweremessungen wurde dasselbe Beobachtungsverfahren innegehalten wie im Vorjahre: nach der ersten Zeitbestimmung wiederholte man in ca. zwölfstündigen Intervallen die Beobachtung einer vollständigen Pendelreihe so lange, bis eine zweite Zeitbestimmung gelang. Auf jeder Station wurde vor Beginn und nach Schluss der Pendelreihen, bei mehrtägigen Messungen auch in den Intervallen zwischen den Reihen, der Einfluss des Mitschwingens auf die Schwingungsdauer der Pendel ermittelt. Mit Ausnahme der Stationen Concordiahütte und Gletsch, wo das Pendelstativ auf nicht völlig festem Untergrunde musste aufgestellt werden, übersteigt auf keiner Feldstation die Korrektur der Schwingungsdauer um mehr als $17^s \times 10^{-7}$ den Betrag, der ihr bei der soliden Aufstellung in Basel zukommt (— 54.3×10^{-7}).

Die Neufassung der Schneiden (Vgl. Proc. verb. 1903, p. 28) hat sich im ganzen vorzüglich bewährt. Nur ein einziges Pendel (N^o 31) zeigte noch einmal eine sprungweise Verkürzung der Schwingungsdauer. Die Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel an derselben Station weisen darauf hin, dass dieser Sprung während der ersten Messungen im Simplontunnel eingetreten sei und $61^s \times 10^{-7}$ betrage. Die Kontrollmessungen vor und nach der Campagne in Basel lassen bei allen 4 Pendeln N^o 30, 31, 32, 64 eine allmähige Abnahme der Schwingungsdauer hervortreten im Betrage von 20, 10, 25, 16×10^{-7} Sek. Unter der Annahme, diese Verkürzung der Schwingungsdauer sei der verfloßenen Zeit proportional erfolgt, wurden die an den Stationen beobachteten Werte korrigiert. Die folgende Tabelle enthält die so verbesserten Unterschiede der Schwingungszeiten ($S_F - S_B$) und der Schwerebeschleunigungen ($G_F - G_B$) der

Feldstationen gegenüber der Referenzstation Basel, sowie die Schwerewerte selbst, wobei für Basel

$$g = 9.80795 \text{ m}$$

angenommen ist.

Station	$S_F - S_B$	$G_F - G_B$	G_B
Burg	144.10^{-7}	54.10^{-5} m	9.80 744 m
Belalp	1603	619	176
Eggishorn	1613	623	172
Concordia	1931	746	049
Fiesch	1066	412	383
Reckingen	1181	456	339
Oberwald	1189	459	336
Gletsch	1367	528	267

Die folgende Zusammenstellung enthält unter:

g Die beobachtete Schwerkraft.

$\Delta g''$ Die Reduktion auf horizontales Gelände.

Δg Die Reduktion aufs Meeresniveau wie in freier Luft.

$\Delta g'$ Den negativen Wert der Anziehung der aufs Meeresniveau kondensierten ebenen Platte von der Höhe H der Station.

g_o'' Die Summe $g + \Delta g'' + \Delta g + \Delta g'$.

γ_o Die normale Schwerkraft im Meeresniveau, berechnet nach der Formel:

$$\gamma_o = g \cdot 78000 (1 + 0.00531 \sin^2 B) + 0.00035$$

STATION	Höhe der Stat. über Meer	g	$\Delta g''$ — 5 40 m	Δg — 5 40 m	$\Delta g'$ — 5 40 m	g_o'' m
Belalp	2135	9.80 176	20	659	— 238	9.80 617
Eggishorn	2190	172	20	676	— 249	619
Concordia	2835	049	13	880	— 318	624
Fiesch	1052	383	29	325	— 447	620
Reckingen	1337	339	26	443	— 449	629
Oberwald	1373	336	23	424	— 453	630
Gletsch	1758	267	18	542	— 496	631
Burg	450	744	3	139	— 50	833

STATION	Höhe	Geogr.		g_0''	γ_0	$g_0'' - \gamma_0$	Mittel
		Breite	B				
	m			m	m	-5	
Belalp	2135	46°	22,9	9.80 617	9.80 757	— 140.10	} — 140.10 m
Eggishorn	2190		25 3	619	760	— 141	
Concordia	2855		30.0	624	767	— 143	
Fiesch	1052		24 2	620	759	— 139	
Reckingen	1337		28.1	629	765	— 136	
Oberwald	1378		32.0	630	770	— 140	
Gletsch	1758		33.7	631	773	— 142	
Burg	450	47	27.7	833	851	— 21	

Die Werte der Reduktionen $\Delta g'$ und $\Delta g''$ wurden sämtlich mit der mittleren Dichte 2.7 berechnet. Um so bemerkenswerter ist bei der sehr verschiedenen Höhenlage der Stationen die Konstanz der Werte $g_0'' - \gamma_0$. Die Abweichungen der Einzelwerte von ihrem Mittel

$$- 140.10 \text{ m}^{-5}$$

lassen sich vollständig aus der Unsicherheit der beobachteten Schweredifferenzen und der berechneten Reduktionen erklären ¹. Begründet ist die Konstanz der Werte $g_0'' - \gamma_0$ in der Lage der Stationen; sie befinden sich fast alle in derselben, zum Hauptstreichen des Gebirges parallelen Richtung. Im besondern ist die gute Uebereinstimmung der nahe bei einander, aber verschieden hoch gelegenen Stationen Fiesch und Eggishorn hervorzuheben, trotz der grossen Verschiedenheit der Reduktionen $\Delta g'$ und $\Delta g''$.

In Verbindung mit den Ergebnissen der Pendelmessungen im Nikolaïtal (Vgl. Proc. verb. 1903, p. 30) folgt, dass das Maximum des Defektes in meridionaler Richtung ungefähr unter der Sohle des Rhonetales liegt.

Die Pendelmessungen im Simplontunnel hielten sich im allgemeinen an das bisher aufgestellte Programm (Vgl. Proc.

¹ Aus der Quadratsumme der Abweichungen der Einzelwerte $g_0'' - \gamma_0$ vom Mittel folgt als mittlerer Fehler des Einzelwertes:

$$\pm \sqrt{\frac{31}{7-1}} = \pm 2.40 \text{ m}^{-5}$$

verb. 1903, p. 38,39). Das Chronometer im Tunnel wurde telephonisch mit der im Observatorium befindlichen Riefleruhr verglichen, deren Stand durch Zeitbestimmungen möglichst oft kontrolliert wurde.

In die folgende Zusammenstellung sind auch die Ergebnisse der früheren Messungen aufgenommen (mit Ausnahme derer, die wegen mangelnder Zeitbestimmungen oder sonst ungentügender Kenntnis des Chronometerganges unsicher sind) :

Station im Tunnel		Beobachtungsjahr	Entfernung v. Tunnel-	Höhe ü. Meer	Diff. der Schwere geg. Observ.
			eingang m	m	
Nordseite Traverse	8	1900	1121	689	— 28.10 m
"	19	1902	3360	693	— 67
"	29	1903	5360	697	— 101
"	39,40	1903	7461	701	— 156
"	45	1903	8540	703	— 168

Die vier ersten Werte ergeben, dass die Schwere im Tunnel fast genau proportional der Entfernung vom Tunneleingange um 21×10^{-5} m pro Kilometer abnimmt; nur zwischen den beiden letzten Stationen ist die Abnahme geringer, nämlich 11×10^{-7} m pro Kilometer.

M. Rebstein, rapportant comme précédemment sur le travail de l'ingénieur, constate d'abord que le programme établi dans la séance du 2 mai 1903 a été suivi dans la mesure du possible, car il était un peu étendu. M. Rebstein reprend ensuite point par point les différents paragraphes du rapport.

Les constantes instrumentales ont été déterminées avec soin.

A la station de Rämél, les observations de la latitude ont permis à M. Niethammer de faire une intéressante étude de la flexion. Les calculs ont été trouvés exacts par M. Rebstein. L'azimut de la station dans la direction du Vogelberg fournit aussi des conclusions intéressantes au point de vue de la

cause de la déviation de la verticale. M. Rebstein aurait voulu que le rapport contiât plus de détails au point de vue des calculs. Ce n'est qu'en demandant les originaux complets de ces calculs qu'il a pu se rendre compte que ceux-ci étaient exacts.

A propos de la *détermination de la pesanteur*, M. Rebstein demande d'où provient la divergence entre la table de réduction employée par M. Niethammer et celle qu'avait employée le Dr Messerschmitt pour la réduction de la durée des oscillations à une amplitude infiniment petite.

M. *Niethammer* répond que soit M. Riggénbach, soit lui, ont recalculé la table en question et ont trouvé que celle du Dr Messerschmitt était basée sur une valeur de la durée d'oscillation qui ne correspondait pas aux valeurs réelles.

Reprenant la question de la réduction des durées d'oscillation et de la distinction que fait M. Niethammer entre les erreurs intérieures et les erreurs extérieures, M. *Rebstein* ne se déclare pas entièrement d'accord avec certaines conclusions du rapport. Il demande que ce paragraphe soit soigneusement revu avant d'être préparé pour l'impression, mais il se déclare satisfait de la façon dont M. Niethammer a traité le sujet en général.

A propos de la réduction topographique, réduction de la pesanteur sur terrain horizontal, M. Rebstein constate que M. Niethammer est bien au courant de la littérature du sujet, mais il fait quelques remarques critiques fondées sur les observations et publications de M. le professeur Helmert (de 1900). Au reste, les conclusions de M. Niethammer sur ce point sont intéressantes. Quant aux résultats finaux des mesures de la pesanteur, ils concordent remarquablement avec ceux obtenus l'année dernière.

Les mesures de la pesanteur dans l'intérieur du tunnel du

Simplon donnent d'intéressants résultats, quoique ceux-ci doivent être encore considérés comme provisoires. Peut-être la température de l'intérieur du tunnel exerce-t-elle une influence sur la proportionnalité de la diminution de la valeur de l'intensité de la pesanteur avec la distance à l'entrée du souterrain ?

Résumant l'impression que lui a laissée la lecture du rapport, M. Rebstein conclut que les observations ont été faites avec grand soin et que M. Niethammer les a réduites et travaillées d'une façon très satisfaisante.

Le *Président* remercie M. Rebstein de l'étude détaillée du rapport de l'ingénieur à laquelle il s'est livré et ouvre la discussion sur le sujet. Mais il tient à signaler auparavant la part active prise par M. Riggensbach aux observations de la pesanteur à Brigue et dans le tunnel du Simplon. Non seulement M. Riggensbach a collaboré avec M. Niethammer, mais toutes les réductions relatives aux comparaisons des marches des chronomètres et de la pendule de Riefler entre les stations du tunnel et l'observatoire de Brigue ont été faites par lui. Le Président a d'autant mieux pu apprécier l'importance de cette collaboration, qu'il a assisté pendant trois jours à ces intéressantes déterminations.

M. *Gautier* a aussi lu le rapport de M. Niethammer avec grand intérêt. Il désire relever quelques points qui l'ont frappé à la lecture et qui s'ajoutent aux intéressantes observations de M. Rebstein.

Il s'agit d'abord de la *marche du chronomètre de Nardin*. La série des marches observées à la station de Râmel prouve certainement une influence de la température. La plupart des chronomètres de Nardin sont munis de spiraux de palladium et, d'après les observations faites avec celui de l'observatoire de Genève, il en résulte de sérieux inconvénients quand le

chronomètre est soumis à de brusques changements de température, comme c'est spécialement le cas lors des observations de la pesanteur dans le tunnel du Simplon. Récemment le chronomètre de l'observatoire de Genève a été transformé par M. Nardin : il a été muni d'un spiral d'acier et en même temps d'un nouveau balancier Guillaume. L'opération a bien réussi. Cependant la compensation n'est pas encore presque parfaite comme celle des chronomètres du même fabricant dont les résultats figurent dans le récent travail de M. Guillaume ¹. Il y aura cependant lieu de tenir compte de l'opportunité de cette amélioration, lorsque le chronomètre de la Commission devra être retourné à son fabricant pour être nettoyé et réglé à nouveau.

M. Gautier voit un autre exemple de l'influence des changements de température dans le saut qui s'est produit dans la durée d'oscillation du pendule n° 31, lors de la première détermination de la pesanteur dans le tunnel l'été dernier. Il pense qu'on peut l'attribuer à l'influence d'une brusque élévation de la température et propose que l'on emploie des thermomètres à maximum pour enregistrer la température la plus élevée à laquelle les instruments de la Commission sont exposés en cas pareil.

Répondant à cette remarque, M. Niethammer estime comme probable qu'une hausse de la température est bien la cause du changement survenu au pendule n° 31. Pour les autres, les réparations faites l'année précédente à l'appareil de suspension ont parfaitement réussi.

M. Gautier relève encore l'importance des résultats obtenus par les observations de la pesanteur dans la vallée du

¹ *Les applications des aciers au nickel*, par Ch.-Ed. Guillaume Paris, 1904, p. 133 et suiv. Voir aussi *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève, septembre 1903, XVI, p. 273 et suiv.

Rhône au cours de ces deux dernières années. Le déficit maximum de la pesanteur s'accuse nettement au voisinage du fond de la vallée. Il est d'autant plus curieux de constater les divergences entre les valeurs de la pesanteur obtenues antérieurement aux stations de Sierre et de Sion et de celles de Martigny et de Saint-Maurice. Il conclut qu'il faudra reprendre les mesures à ces diverses stations.

M. *Rosenmund* signale une légère différence entre les coordonnées géodésiques de la station de Râmel données dans le rapport de M. Niethammer et celles qui résultent des calculs faits par le Service topographique.

M. *Riggenbach* explique que les valeurs données par M. Niethammer proviennent d'une communication faite par M. Stohler, ingénieur topographe, qui a calculé le réseau de la triangulation du canton de Bâle. Il faudra évidemment amener la concordance entre les deux séries de valeurs et M. Riggenbach exprime le vœu que les membres de la Commission géodésique puissent toujours prendre connaissance au Service topographique des résultats définitifs et des calculs qui les ont amenés.

M. *Rosenmund* assure que le Service topographique sera toujours disposé à fournir tous les renseignements désirés par la Commission géodésique. A propos des mesures de la pesanteur faites dans le tunnel du Simplon, M. Rosenmund attire l'attention sur le fait que si l'on compare les valeurs réduites de la pesanteur observée sur le passage du Simplon (voir procès-verbal de 1901, p. 15), elles ne sont pas en accord avec celles qui sont contenues dans le rapport de cette année.

M. *Niethammer* explique que cela provient du mode de réduction au niveau de la mer employé. Pour Bérisal seulement la comparaison est possible, et là la concordance est bonne.

M. *Riggenbach* remercie tous les préopinants et spécialement M. Rebstein pour l'examen détaillé qu'il a fait du rapport de M. Niethammer et pour la peine qu'il a prise de faire un exposé critique de la discussion des erreurs. M. *Riggenbach* se borne à ajouter quelques remarques à ce qui a été déjà dit :

Les oscillations concomitantes du support du pendule ont été vérifiées à Bâle d'après la nouvelle méthode et de cette façon toutes les observations peuvent être ramenées à un tout homogène.

A propos du saut constaté à la traverse 19 dans la durée d'oscillation du pendule n° 31, il est vrai que la ventilation a été supprimée pendant quelques heures. Cela a pu amener une hausse de la température, mais il est impossible de se rendre compte du moment exact où l'incident se serait produit. La comparaison des marches relatives des chronomètres n'indique rien à cet égard. Il faut donc avoir des moyens de contrôler la température et M. *Riggenbach* reprend la proposition de M. Gautier en l'étendant : il propose l'acquisition de thermomètres à maximum et à minimum et aussi d'un thermomètre enregistreur. Comme il a fallu tenir aussi compte des variations de la pression atmosphérique à Brigue, il y aurait lieu d'acquérir aussi un baromètre enregistreur (voir p. 36, 1^{er} alinéa). Ces propositions sont adoptées par la Commission.

Le chronomètre de Nardin devra être nettoyé dans le courant de l'hiver 1904-1905 et il y aura lieu d'examiner la question de la substitution d'un nouveau spiral et d'un balancier Guillaume.

Les résultats obtenus par les mesures de la pesanteur dans le tunnel sont certainement déjà très intéressants, mais tant que les mesures manquent pour la moitié méridionale,

on doit les considérer comme provisoires et ne pas chercher encore à en tirer des conclusions.

Le *Président* remercie les divers orateurs et, constatant l'unanimité de l'approbation donnée au rapport de M. Niethammer, il conclut que ce rapport est adopté.

Programme des travaux pour l'été 1904.

Avant d'ouvrir la discussion sur ce point, le *Président* rend les membres de la Commission attentifs au fait que les travaux qui ont été prévus au programme général entraîneront, sinon pour cette année, du moins pour les années prochaines, une augmentation du personnel et par suite un accroissement dans les crédits à demander. Puis il donne la parole à M. *Rebstein* pour donner son avis sur le programme des travaux de l'année courante élaboré par M. Niethammer.

Le programme proposé par M. Niethammer est un peu restreint par le fait des expériences faites pendant les dernières années et en raison d'un service militaire que l'ingénieur aura à faire en automne.

Il comporte surtout des stations de pendule et l'achèvement des opérations au tunnel du Simplon. Les stations de pendule seraient : 1) celles qui figuraient au programme de l'année dernière : Stalden, Saas, Mattmark ; 2) des stations situées au voisinage du Simplon : Kippel et Fallerenalp, puis Binn et Loèche-les-Bains ; 3) les stations où les mesures devraient être refaites, Sierre et Sion. Les opérations au tunnel du Simplon comprendraient 1) la revision de la mesure de la latitude à l'observatoire d'Iselle et 2) des mesures de pendule dans la moitié sud du tunnel. Puis viendraient en automne, des mesures de pendule à Bâle et à Karlsruhe.

M. *Rebstein* est d'accord avec ce programme et le recommande à l'adoption de la Commission.

M. *Riggenbach* explique en ce qui concerne les mesures à Karlsruhe que M. le professeur Haid possède un appareil à chauffage électrique et a offert à M. Riggenbach de le mettre à la disposition de M. Niethammer pour une nouvelle détermination des constantes de la température des pendules de la Commission. M. le professeur Haid a aussi offert de prêter à la Commission, pour la campagne de cet été, un de ses pendules en acier-nickel qui sera spécialement précieux pour les mesures aux hautes altitudes et dans l'intérieur du tunnel du Simplon. M. Riggenbach ajoute qu'il est probable que M. le professeur Becker, directeur de l'observatoire de Strasbourg, viendra faire des mesures de la pesanteur à Bâle. Il y aurait avantage à ce que M. Niethammer y observât en même temps que lui et, si possible, à la fin de l'automne pour faire ces mesures à une température un peu basse.

M. *Gautier* voudrait ajouter éventuellement au programme les stations de pendule de Saint-Maurice et de Martigny, pour le cas où M. Niethammer aurait le temps de les joindre aux autres.

MM. *Rosenmund* et *Wolfer* se déclarent d'accord sur l'ensemble du programme.

En présence de cette unanimité, le *Président* déclare le programme approuvé et prie M. Riggenbach de transmettre les remerciements de la Commission à M. le professeur Haid.

M. *Rebstein* fait remarquer qu'il est bien entendu qu'il reste dans les compétences du Président et de M. Riggenbach de modifier ce programme suivant les circonstances. (Approuvé.)

A propos des prochaines mesures au sud du Simplon, M. *Riggenbach* demande que la Commission fasse les démar-

ches nécessaires pour que, après l'achèvement du tunnel, les observatoires de Brigue et d'Iselle, qui constituent dès maintenant des points astronomiques importants, soient maintenus. Comme l'Entreprise du tunnel ne subsistera plus longtemps, cette demande doit être adressée à la Direction générale des chemins de fer fédéraux.

M. *Rosenmund* veut bien se charger de prendre les informations nécessaires au sujet de cette question de la conservation de ces deux observatoires, et la Commission charge son *Président* de faire les démarches officielles.

Publications géodésiques de la Commission.

Le *Président* donne connaissance de la liste suivante des travaux que la Commission a décidé antérieurement de publier et de ceux qui sont le résultat des calculs relatifs aux observations exécutées ces dernières années par M. Niethammer. La Commission doit cette liste à l'obligeance de M. *Riggenbach* :

1) Le manuscrit du Dr *Messerschmitt* relatif aux travaux de *Léon Du Pasquier* sur l'attraction des masses visibles.

2) Le tableau de toutes les *stations astronomiques suisses* et des résultats des calculs. Cette liste, établie par MM. *Riggenbach* et *Niethammer*, sera prochainement complète. Il y manque seulement les valeurs de quelques coordonnées géodésiques qui se calculent actuellement au Service topographique fédéral. M. *Rosenmund* y joindra quelques indications sur le mode de calcul employé.

3) Les *listes d'expédition* des publications de la Commission.

4) Les *stations astronomiques* déterminées depuis 1899. Ce sont : Brigue, Iselle, le Suchet, la Dôle, Arpille, Rosswald,

Oberried, Riffelberg, Rämel. Il y aura à compléter la station d'Iselle d'après les observations à faire en 1904. Le reste est prêt pour l'impression.

5) Les *stations de pendule* suivantes : Bérisal, hospice du Simplon, village du Simplon, Brigue, Iselle, Rosswald, la Dôle, Arpille, Viège, Saint-Nicolas, Randa, Zermatt, Riffelberg, Gornergrat, cabane Bétemps, Schwarzsee, Belalp, Eggishorn, cabane Concordia, Fiesch, Reckingen, Oberwald, Gletsch, Burg.

6) *Travaux divers* : Détermination des constantes des pendules à Potsdam. Mesures de raccordement des pendules à Bâle et à Zurich. Mesures de la pesanteur dans le tunnel du Simplon, côté nord, et rapport sur les comparaisons des pendules.

Ces travaux sont, à part quelques petites lacunes, prêts pour l'impression. Il y aura à y ajouter les travaux portés au programme de cette année et qui seront réduits au cours de l'hiver prochain.

M. *Rebstein* propose de consacrer le prochain volume des Publications (volume X) aux stations astronomiques, puis de réunir les stations de pendule du haut Valais et des environs du Simplon dans un volume ultérieur.

Le *Président* fait observer que, en vertu d'une décision antérieure de la Commission, on devait s'efforcer de réunir, autant que possible, dans un même volume les travaux relatifs à une même région. Et le Simplon avait été spécialement visé par cette décision.

M. *Riggenbach* remarque qu'il est facile d'observer ce desideratum en ce qui concerne les stations astronomiques, mais pour les stations de pendule on est forcé pour leur réduction de tenir compte, et grandement, de la suite chronologique des observations. Il propose que dès que les obser-

ventions de la prochaine campagne seront réduites, tout le dossier des manuscrits relatifs aux travaux de la Commission, soit mis en circulation et qu'une décision, quant à l'ordre de publication de ces divers travaux, n'intervienne qu'après que les membres de la Commission auront pris connaissance du tout. (Adopté.)

M. *Rosenmund* propose, en vue des nouvelles publications, de ne pas conserver intégralement l'ancien titre des publications de la Commission « Das schweizerische Dreiecknetz » qui ne correspond plus au genre de travaux poursuivis actuellement par la Commission. On pourrait le remplacer peut-être par : « Veröffentlichungen der schweizerischen geodätischen Kommission » (Publications de la Commission géodésique suisse). Fortsetzung der Publication (suite de) « Das schweizerische Dreiecknetz » Band X. (volume X), puis le titre détaillé.

La Commission se déclare d'accord avec l'idée de M. *Rosenmund*. La décision sur le texte exact du titre à imprimer sera prise ultérieurement, quand la prochaine publication sera prête pour l'impression.

III. — Rapports spéciaux. Programme des travaux futurs, etc.

1. Rapport de M. R. Gautier sur la XIV^{me} Conférence générale de l'Association géodésique internationale à Copenhague, août 1903.

Comme je l'avais déjà annoncé par ma lettre du 13 août 1903, la Conférence générale de Copenhague a été très intéressante. Elle a duré du 4 au 13 août et a comporté une séance d'ouverture et quatre autres séances, sans compter les séances de commissions. La Conférence a été ouverte en présence du Prince royal

de Danemark, par M. Deuntzer, ministre des affaires étrangères et président du Conseil. Le Secrétaire perpétuel de l'Association, M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen, a ensuite donné lecture de son rapport, dans lequel il avait malheureusement à rappeler la mémoire du président de l'Association, M. Hervé Faye, et du vice-président, M. le général Ferrero, morts à un mois d'intervalle, les 4 juillet et 7 août 1902. Il a aussi payé un juste tribut d'éloges à notre regretté président M. le professeur Dr Adolphe Hirsch, ancien secrétaire perpétuel de l'Association. La Conférence était présidée par M. le général Bassot, nommé vice-président provisoire par correspondance, en novembre 1902. Il s'agissait de repourvoir aux fonctions de président et de vice-président de l'Association. Ont été nommés : président, M. le général Bassot, par 15 voix sur 17 États votants, vice-président, M. le Général v. Zachariæ, directeur des travaux géodésiques du Danemark, par 16 voix.

Les quatre autres séances ont été remplies par la lecture des rapports nationaux, des rapports généraux, des rapports spéciaux et par diverses discussions. Les premiers ne m'arrêteront pas longtemps, car ils paraîtront prochainement dans le 1^{er} volume des Comptes-rendus de la quatorzième Conférence¹. Je mentionnerai seulement que j'ai distribué aux délégués assistant à la Conférence le fascicule contenant les procès-verbaux de nos deux séances de 1903 et que j'ai présenté un rapport sommaire sur les travaux exécutés en Suisse depuis la Conférence générale de Paris en 1900.

J'attire aussi votre attention sur le rapport, particulièrement intéressant, présenté par M. O.-H. Tittmann, surintendant du U. S. Coast and Geodetic Survey, et spécialement sur les chapitres relatifs à la mesure des bases et au nivellement. M. Tittmann avait exposé pendant la Conférence les types des instruments employés aux mesures par le Coast and Geodetic Survey et ils m'ont paru très pratiques.

Les rapports généraux ne paraîtront que plus tard dans le II^{me} volume des Comptes-rendus et je mentionnerai spécialement

¹ Ce volume a été effectivement distribué aux délégués au mois de mai 1904.

celui de M. le Professeur Boersch sur les déviations de la verticale et celui de M. Lallemand sur les nivellements, dans lesquels il a été fait mention détaillée des résultats obtenus ces dernières années en Suisse. Le rapport de M. le professeur Albrecht sur le service international des latitudes a été, comme toujours, plein d'intérêt et il a été complété par un mémoire de M. Kimura. La Conférence a voté la continuation du service des latitudes jusqu'à la fin de l'année 1906 et, tenant compte des adjonctions qu'il serait si désirable d'apporter à ce service en installant d'autres stations à l'équateur et dans l'hémisphère austral, elle a voté une résolution tendant à ce que ce service soit encore poursuivi après 1906 et développé suivant les exigences de la science. Le Bureau a reçu pleins pouvoirs à cet égard de même que pour la poursuite de l'étude de la pesanteur sur mer et le long des côtes, suivant la méthode inaugurée par M. Hecker sur l'océan Atlantique.

Tout naturellement l'intérêt s'est surtout porté sur les travaux géodésiques extra-européens. La Conférence a entendu des rapports de MM. Poincaré et Bourgeois sur la mesure de l'arc du méridien de l'Équateur mesuré, sous la direction de ce dernier, par le personnel du Service géographique de l'Armée française ; puis un rapport de M. Rosén sur les mesures suédoises au Spitzberg ; le travail des expéditions suédoise et russe est achevé et il ne reste plus qu'à attendre les résultats des calculs auxquels ces importantes mesures donneront lieu. J'ai mentionné le rapport de M. Tittmann sur les travaux aux États-Unis. Ce rapport contient des détails sur les deux grandes opérations récemment menées à terme aux États-Unis : la mesure d'un arc de parallèle allant de l'Atlantique au Pacifique à la latitude de 39° et la mesure d'un arc oblique de 2600 kilomètres ou $23^{\circ} \frac{1}{2}$ allant de Calais, Me. à la Nouvelle Orléans. Ce dernier arc a fourni pour les éléments du sphéroïde terrestre les valeurs :

$$a = 6\,378\,157 \text{ mètres} \quad b = 6\,357\,210 \text{ mètres} \quad \alpha = \frac{1}{304.5}$$

valeurs qui se rapprochent plus de l'ellipsoïde de Clarke que de celui de Bessel, mais donnent un aplatissement plus faible que ceux de Clarke et de Bessel.

La Conférence a également entendu des communications de MM. Helmert et Darwin sur les mesures exécutées en Afrique le long du méridien de 30° est, d'après le rapport de sir David Gill. L'Allemagne et l'État libre du Congo auront prochainement à s'occuper de la continuation des travaux si activement poussés sur le territoire britannique, et l'Afrique pourra ainsi fournir un arc de méridien de près de 65 degrés de longueur. D'après le rapport de M. Heuvelink, les travaux géodésiques sont également poussés avec activité dans les Indes néerlandaises et l'on sait qu'il en est de même aux Indes anglaises, Birma, Malacca et Singapore sous l'habile direction du major Burrard.

La Conférence a entendu deux intéressants rapports envoyés par MM. Benoît et Guillaume sur leurs travaux relatifs aux règles géodésiques et à l'emploi des fils Jäderin en invar. De même une communication de MM. Bouquet de la Grye et Bourgeois sur un instrument nouveau sur lequel je voudrais attirer spécialement votre attention : C'est l'*astrolabe à prisme* de MM. Claude et Driencourt. Le principe de l'instrument n'est pas nouveau, mais l'application en est particulièrement simple et pratique et permet d'obtenir des valeurs de la latitude des stations astronomiques très rapidement et avec une approximation d'un tiers de seconde d'arc quand le temps est favorable.

L'instrument n'a ni cercle de hauteur, ni micromètre, il se compose essentiellement d'une lunette orientée horizontalement, munie d'un petit cercle azimutal et d'un prisme placé devant l'objectif et qui lui renvoie directement l'image d'une étoile et aussi l'image de la même étoile réfléchie dans un bain de mercure. Comme cet instrument est très simple et a été employé avec succès en France et en Algérie, j'ai pensé qu'il pourrait être très utilement employé pour le nivellement astronomique du Gothard que nous avons décidé dans notre séance du 21 février 1903. Je me suis donc adressé au constructeur, M. Vion, à Paris, et à M. le commandant Bourgeois qui ont bien voulu me répondre tout récemment. M. Bourgeois continue à être très satisfait de l'astrolabe et en emploie deux à l'Équateur. M. Bourgeois a eu l'obligeance de m'offrir, lorsque ses travaux l'amèneront à proximité de la frontière suisse, de venir jusqu'à Genève avec un de ces instruments pour m'en montrer le fonctionnement. Il va

sans dire que j'accepterai cette offre avec reconnaissance et vous ferai rapport ultérieurement. L'appareil coûte entre 1100 fr. et 1200 fr. avec les modifications que son emploi a rendues désirables.

J'ajoute en terminant ce rapport que les membres de l'Association ont été reçus de la façon la plus aimable à Copenhague par le Gouvernement danois, spécialement par M. le Général Madsen, Ministre de la guerre, M. le Général v. Zachariæ, directeur des travaux géodésiques du Danemark, et tous les officiers de ce service placés sous les ordres de M. le Colonel Rasmussen.

La prochaine Conférence générale aura lieu en 1905 ou en 1906 en Hollande ou à Budapest.

2. Bericht über Methode und Apparate zur telegraphischen Längenbestimmung, von A. Riggenbach.

Le *Président* remercie M. le professeur Riggenbach du consciencieux rapport de 24 pages qu'il a bien voulu distribuer à ses collègues avant la séance.

En voici un bref résumé rédigé par M. Riggenbach :

Prof. Riggenbach hatte sich im Juni 1903, einer Einladung von Herrn Geheimrat Albrecht folgend, an das preussische geodätische Institut begeben, um daselbst anlässlich der gerade im Gange befindlichen Längenbestimmung Potsdam-Greenwich die jetzt verwendeten Beobachtungsmethoden und Apparate aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Er gedenkt dankbar anerkennend der überaus lebenswürdigen Aufnahme, die ihm von Seiten des Direktors und der Mitglieder des Institutes zu Teil geworden, insbesondere des Herrn Geheimrat Albrecht, welcher mit grösster Zuvorkommenheit während des mehrtägigen Aufenthaltes ihn mit allen Einzelheiten seiner Methoden vertraut machte. Die gesammelten Erfahrungen stellt er in einem den Kommissionsmitgliedern autographiert vorgelegten Berichte zusammen, welcher als Grundlage für die spätere Konstruktion unserer Beobachter dienen soll.

Der Bericht betrifft :

- I. Die Aufstellung des Passageninstruments.
- II. Das Beobachtungsprogramm,
Sternprogramm.
Gewicht des Beobachtungsabends.
- III. Die Durchführung der Zeitbestimmungen,
Ablesung der Streifen.
- IV. Konstantenbestimmung am Passageninstrument :
Kontaktbreite, toter Gang.
- V. Die elektrischen Apparate :
Dosenrelais, Kurbelrheostat.
Umschalter, Batterien.
- VI. Die Arbeiten beim Bezug einer neuen Station :
Bestimmung der normalen Stromstärke.
Bestimmung der Widerstände.
Prüfung der Isolation der Linie.
Bestimmung der Stärke der Lokalbatterie.
Feinstellung des Relais.
Allgemeine Regeln.
- VII. Beobachtungen am Längenbestimmungsabend,
Signalwechsel.
- VIII. Beispiele aus den Tagebüchern von Herrn Geheimrat
ALBRECHT.
- IX. Die zu beschaffenden Apparate.

M. Riggenbach fait la proposition ferme d'acquérir pour le compte de la Commission les appareils mentionnés au dernier paragraphe de son rapport. Cette proposition, appuyée par M. Wolfer, est adoptée et un crédit de 3000 francs est alloué dans ce but sur le budget de l'année 1904.

La question des mesures de longitude amène naturellement la discussion sur le

3. Programme des travaux futurs de la Commission.

Le *Président* met en délibération la question de l'ordre dans lequel les travaux devront être exécutés au cours des

prochaines années. A cette question se lie étroitement celle du budget, car si la Commission décide de commencer en 1905 les mesures de différences de longitude, il faudra un observateur de plus, et la somme annuelle de 15 800 francs ne suffira plus. Or, si la Commission veut demander une augmentation de l'allocation fédérale, il faut que cette demande soit faite au mois de juillet et il faut par conséquent que la Commission se prononce sur ce point dans la séance de ce jour.

M. *Rosenmund* estime qu'il vaudrait mieux commencer par le nivellement astronomique du méridien du Gothard, opération qui sera moins longue et qui n'entraînerait pas l'arrêt complet des autres travaux poursuivis par la Commission dans ces dernières années. Quand les mesures de longitude seront commencées, il faudra les poursuivre systématiquement pendant plusieurs années et les autres travaux subiront un arrêt. En ce qui concerne les mesures mêmes de différences de longitude, M. *Rosenmund* croit qu'il faudrait commencer par les différences de longitude entre les observatoires suisses. Les expériences que l'on fera dans ces premières mesures serviront ensuite pour les autres.

M. *Rebstein* appuie l'idée de M. *Rosenmund* de commencer par le nivellement astronomique du Gothard. Il ne croit pas d'ailleurs que la Commission puisse prendre une décision dès aujourd'hui sur la question de priorité de tel ou tel travail. En ce qui concerne les longitudes, il faut que le plan du travail soit préparé et il propose la nomination d'une commission d'astronomes, qui élaborerait un programme pour les déterminations de différences de longitude et rapporterait dans une séance ultérieure.

M. *Rosenmund* croit qu'il faudrait procéder d'une façon analogue pour le nivellement astronomique du Gothard. Il

faudra étudier le terrain, marquer les stations d'une façon provisoire et elles seront au nombre d'une cinquantaine environ. Il y a là également un travail préparatoire à faire et la Commission ne peut se décider dès aujourd'hui.

Répondant à une question de M. Rebstein, M. *Wolfer* dit que dans sa pensée, M. Niethammer devrait être un des deux observateurs chargés des déterminations de différences de longitude. Par conséquent, les travaux auxquels il se livre actuellement devront être interrompus quand cette branche d'activité sera inaugurée. Personnellement, M. *Wolfer* estime qu'il n'est pas très pressant de commencer ce travail mais, en revanche, quand il sera commencé, il faudra le pousser activement et avec suite. Il faudra d'ailleurs un deuxième observateur et il y aura lieu de l'engager à l'avance pour le mettre au courant.

M. *Riggenbach* appuie la proposition de M. Rebstein de renvoyer la décision à plus tard. Mais en revanche il estime, avec M. le Président, que la Commission doit dès maintenant demander une augmentation de son budget. Nous sommes en présence d'une demande formelle de M. Helmert, Directeur du Bureau central de l'Association géodésique internationale, de procéder à un nivellement astronomique du méridien du Gothard. Nous sommes aussi sollicités par le Bureau central de refaire nos déterminations de différences de longitude. Comme d'autre part il y aurait un grand intérêt à ne pas soustraire dès maintenant M. Niethammer aux travaux auxquels il est habitué, l'engagement d'un ingénieur auxiliaire s'impose à nous. La Commission a donc le devoir de demander une augmentation de l'allocation fédérale.

D'ailleurs si le nivellement astronomique du Gothard presse, les déterminations de différences de longitude pres-

sent aussi. M. Riggenbach donne, à ce propos, communication à la Commission d'une lettre de M. P. Ditisheim, fabricant d'horlogerie à La Chaux-de-Fonds, qui lui fait part du résultat d'une détermination de la différence de longitude Neuchâtel-Paris qu'il a récemment effectuée par le transport de cinq chronomètres de bord, comparés au départ et à l'arrivée aux observatoires de ces deux stations. Cette détermination, faite à double, lui a fourni la valeur $18^m 28^s.80$ pour la différence de longitude Neuchâtel-Paris. Cette valeur diffère de $0^s.27$ de celle obtenue en 1877 par MM. Hirsch et Perrier. M. Ditisheim exprime en même temps le vœu que la différence de longitude de ces deux stations soit prochainement déterminée à nouveau par la méthode télégraphique des signaux d'étoiles.

M. Riggenbach rappelle la mention faite par M. Gautier de l'astrolabe à prisme de MM. Claude et Driencourt. Il signale également l'instrument photographique de M. Schwarzschild dont il a été récemment question dans les *Astron. Nachrichten*.

M. Rebstein appuie vivement l'idée de demander dès cette année une augmentation du budget de la Commission. Celle-ci ne peut prendre de décision sur le programme des nombreux travaux qui s'imposent à elle en présence des progrès de la science, que si elle est assurée de disposer d'un crédit suffisant.

M. Gautier reprenant la proposition de M. Rebstein, propose la nomination de deux commissions, l'une, commission d'astronomes, s'occuperait d'élaborer un programme pour les déterminations de différences de longitude, l'autre aurait à établir le programme en vue du nivellement astronomique du Gothard. Ces commissions auraient à rapporter en automne dans une séance extraordinaire de la Commission.

La proposition de demander au Département fédéral de l'Intérieur une augmentation de crédit pour l'année prochaine, est votée à l'unanimité. La somme à demander en surplus sera fixée lors de l'élaboration du budget. Le *Président* est chargé d'adresser la demande en temps utile.

La formation des deux commissions des longitudes et du nivellement astronomique est également décidée. Le *Président* désigne pour faire partie de la première, MM. Gautier, Riggensbach et Wolfer : elle aura également à rapporter sur l'astrolabe à prisme de MM. Claude et Driencourt. Il désigne MM. Rebstein et Rosenmund pour faire partie de la seconde. Une séance d'automne est aussi décidée.

4. Rapport de M. Gautier sur les fils d'invar de la Commission géodésique suisse.

D'après la décision prise par la Commission le 2 mai 1903¹, M. Gautier avait commandé cinq fils Jäderin au Bureau international des Poids et Mesures. Une lettre de M. Ch.-Ed. Guillaume du 13 octobre, qui a circulé auprès des membres de la Commission, donnait des détails sur trois de ces fils livrés en été 1903. Une nouvelle et très obligeante lettre de M. Guillaume, du 19 avril, donne des détails beaucoup plus circonstanciés sur les trois anciens fils et sur les deux nouveaux livrés par le constructeur, M. Démichel, au mois de novembre.

Les expériences auxquelles les fils ont été soumis ont porté d'abord sur la question de l'enroulage, et M. Guillaume conclut qu'après les premiers enroulages, tous les autres, s'ils sont soigneusement exécutés et faits sur le diamètre d'enroulage ordinaire du fil, ne présentent plus de variations mesurables. L'enroulage libre présentant de certaines difficultés, M. Guillaume a combiné une poulie extrêmement légère sur laquelle on peut enrouler jusqu'à trois ou quatre fils et au moyen de laquelle on les transporte facilement.

¹ Procès-verbaux des 47^e et 48^e séances, etc., p. 54.

Puis les fils ont été soumis à des efforts analogues à ceux qu'ils peuvent être appelés à supporter en campagne. Préalablement ils avaient été appelés à supporter des tractions considérables qui les avaient un peu allongés. Enfin ils ont été frappés soit, enroulés, contre le mur soit, étendus, par terre, un très grand nombre de fois et avec violence. La première opération les a un peu allongés, la deuxième légèrement raccourcis. L'un des nouveaux fils s'est cassé au cours de ces expériences qui dépassent de beaucoup les épreuves que les fils auraient à supporter sur le terrain; il a été remplacé par un nouveau qui a été également éprouvé. Depuis le mois de mars, les quatre autres sont vérifiés régulièrement de semaine en semaine et leurs changements ont été insignifiants.

M. Guillaume écrit encore à M. Gautier que le matériel auxiliaire a été complètement réformé de manière à éviter les quelques petits défauts de l'ancien matériel, et le constructeur, M. Carpentier, est maintenant à même de livrer rapidement toute commande qui lui serait faite.

M. Gautier propose à la Commission de ne pas acheter encore ce matériel auxiliaire, mais de commander les deux poulies qui seraient nécessaires pour enrouler les cinq fils de la Commission.

Le *Président* remercie M. Gautier de son rapport et met en discussion sa proposition de commander deux poulies au Bureau international des poids et mesures. Cette proposition est adoptée et des remerciements votés à M. Guillaume.

5. Kurzer Bericht über die telephonischen Uhrvergleichen am Simplon im Herbst 1903, von A. Riggensbach.

Den frühern Erfahrungen gemäss war bei den neuen Pendelbeobachtungen am Simplon besonders Vorsorge zu treffen, dass die Telephonleitung vor Beginn der Messungen in vollkommen betriebssichern Stand gesetzt werde, dass zweckmässige Telephone zur Verwendung kommen, und endlich dass das Chronometer frühzeitig genug in den Tunnel verbracht werde, um vor Beginn der Pendelbeobachtungen einen den Temperatur- und Feuchtigkeits-Verhältnissen im Tunnel angepassten konstanten Gang zu erlangen.

Der ersten und letzten Forderung war in sehr vollkommener Weise Genüge geleistet, Dank der Zuvorkommenheit, mit welcher die Tunnelbau-Gesellschaft allen Wünschen der Kommission zu entsprechen die Güte hatte. Vor jeder Messung fand eine Revision der Leitung durch die Organe der Gesellschaft statt; die Instrumente wurden ca. 40 Stunden vor Beginn der Beobachtungen in den Tunnel verbracht und von Wachen, welche die Tunnelbau-Gesellschaft auf ihre Kosten stellte, behütet. Als Telephone kamen die neuen, von der Firma Siemens und Halske eigens für unsere Zwecke gebauten Apparate in Gebrauch, dieselben haben sich vorzüglich bewährt.

Die Aufgabe des Berichterstatters beschränkte sich darauf, gemeinsam mit Herrn Niethammer, welcher im Tunnel beobachtete, unmittelbar vor und nach den Pendelbeobachtungen das im Tunnel befindliche Chronometer mit der im Observatorium aufgestellten Riefleruhr zu vergleichen. Am Tage vor der Pendelmessung wurde ebenfalls eine Vergleichen ausgeführt, teils um sich von der guten Funktion der Leitung und der Apparate zu überzeugen, teils um sich der Konstanz des Uhrgangs zu versichern.

Jede der neun Uhrvergleichen wurde der Kontrolle wegen doppelt ausgeführt und zwar nach zwei verschiedenen Methoden, einmal direkt, sodann indirekt durch Vermittlung eines im Observatorium aufgestellten, nach mittlerer Zeit gehenden, Chronometers. Bei der direkten Vergleichen registrierte der Beobachter im Observatorium die im Telephon gehörten Schläge des Sternzeitchronometers im Tunnel. Bei der indirekten Vergleichen wurde erst das Mittlerezeitchronometer mit der Riefleruhr verglichen, und dann der Stand dieses Chronometers gegen das Sternzeitchronometer im Tunnel nach der Koincidenzmethode bestimmt. Alle Beobachtungen waren vollkommen symmetrisch angeordnet. Jede Uhrvergleichen beruht auf ca. 500 Einzelsignalen; im ganzen wurden gegen 5000 Signale registriert. Der Gleichartigkeit wegen beobachtete man die Schläge des Mittlerezeitchronometers ebenfalls durch das Telephon, führte aber daneben die nämliche Anzahl Vergleichen ohne Verwendung des Telephons aus, für letztere musste des störenden Lärms des Chronographen wegen das Chronometer vor das

Observatorium hinaus ins Freie gestellt werden; die mit diesem Standwechsel verbundenen Temperaturschwankungen hatten, wie sich später herausstellte, den Chronometergang leicht beeinflusst. Anfänglich hatten wir die Absicht, die Koincidenzen sowohl im Tunnel, als im Observatorium zugleich zu notieren. Es zeigte sich aber bald, dass dies nicht möglich sei, ohne die grosse Annehmlichkeit aufzugeben, die Schläge beider Chronometer mit demselben Ohre wahrzunehmen. Wir kamen darum überein, dass nur Herr Niethammer die Koincidenzen beobachte. Ein einziges Mal gelang es, gleichzeitig an beiden Chronometern die Koincidenzen zu verfolgen, und diese eine Beobachtungsreihe hat später einen Entscheid über eine unvorgesehene kleine Diskrepanz herbeigeführt.

Bei der Verarbeitung des Beobachtungsmateriales konnte zunächst festgestellt werden, dass es keinen Unterschied ausmacht, ob die Schläge des Chronometers direkt oder durch das Telephon gehört werden. Die auf beiderlei Arten gewonnenen Standwerte konnten daher zu einer einheitlichen Reihe vereinigt werden. Die Fehler-Untersuchung ergab, dass die Stände der Chronometer gegen Riefler auf die Hundertel Sekunde sicher erlangt sind.

Dagegen führten die beiden Methoden nicht zu genau übereinstimmenden Werten, die indirekt durch Koincidenzen gewonnenen Stände sind durchweg um $0^s.04$ grösser, als die direkt erhaltenen. Eine Diskussion der möglichen Fehlerquellen führte zur Ueberzeugung, dass der Beobachter im Tunnel den Sekundenschlag um $0^s.04$ später auffasste, als der Beobachter im Observatorium, und die oben erwähnte doppelt beobachtete Koincidenzreihe bestätigte diese Folgerung. Für die Ableitung der Endresultate ist diese Differenz, weil konstant, ohne Belang. Es ergab sich weiter, dass das Chronometer nach 16-stündigem Aufenthalte im Tunnel keine fortschreitenden Gangänderungen erkennen liess und dass der für die Reduktion der Pendelmessungen nötige relative stündliche Gang gegen Riefler einen mittlern Fehler von $0^s.0006$ besitzt.

Einige Schwierigkeit bot die Ableitung absoluter Uhrgänge. Herr Niethammer hatte zwar so oft es die Witterung erlaubte, meist in zweitägigen Intervallen, Zeitbestimmungen ausgeführt;

aber gerade bei der letzten Station waren in Folge unruhiger Witterung vier aufeinanderfolgende Tage ohne eine Lesung verstrichen, und eben diese Periode zeigte einen von den früheren stark verschiedenen Gang der Barometer. Mit Hilfe der Barometerlesungen der meteorologischen Station in Basel wurde jedoch ein Barometerkoeffizient des Ulgangs bestimmt und auf Grund desselben eine Serie von gleichem Gangwertes für die einzelnen Tage ermittelt werden, welche in ziemlicher Annäherung die wahren Gangverhältnisse darzustellen versprechen. Mittels dieser Tabelle der täglichen Gänge wurden dann durch Interpolation mit Differenzen höherer Ordnung die sämtlichen Reduktionen berechnet, welche für die Pendelbestimmungen und die Aufstellung von Gangtabellen für die verwendeten Uhren gebraucht wurden.

Als Schlussresultat darf ausgesprochen werden, dass sich die angewandte Methode in allen Teilen bewährt hat und wesentlich in gleicher Weise bei den bevorstehenden Messungen in der Südhalfte des Tunnels zur Anwendung vorgeschlagen werden kann, nur sind mit grösserer Vorsicht die Chronometer vor Temperaturwechseln zu schützen und ihre Gangänderungen durch vermehrte Temperatur- und Luftdrucknotierungen zu kontrollieren.

Basel, im März 1904.

Le Président remercie M. Riggensbach de son rapport qui sera inséré au procès-verbal.

IV. — Nivellement de précision.

Le Président rappelle qu'il a mis en circulation, il y a peu de jours, un volumineux travail qui lui a été adressé par M. Held, directeur du Service topographique fédéral, sur les travaux de nivellement exécutés par ce service de 1893 à 1903. Ce travail de 123 pages, qui est précédé d'une lettre d'envoi de M. Held, a été rédigé par M. le Dr Hilfiker et porte le titre de : « Bericht der Abteilung für Landestopo-

graphie* an die Schweizerische geodätische Kommission über die Arbeiten am Präzisionsnivellement der Schweiz in den Jahren 1893-1903. »

Le Président n'a pu que parcourir ce travail qui lui a paru très intéressant et pour lequel il remercie le Service topographique, spécialement MM. Held et Hilfiker. Il estime que ce travail doit être publié et demande à M. Rosenmund dans quelles conditions cette publication pourrait se faire.

M. *Rosenmund* explique que le travail de M. Hilfiker a été fait pour satisfaire à un désir exprimé par la Commission géodésique. Celle-ci est libre de le publier elle-même ou de le laisser publier par le Service topographique fédéral. M. le Dr Hilfiker a travaillé une partie de l'hiver à ce rapport. Une première rédaction a été discutée, puis il a été refait et expédié tout récemment. Il se peut qu'il y ait encore quelques modifications à y apporter et il serait bon que le travail fût de nouveau mis en circulation auprès des membres de la Commission.

M. *Gautier* a lu le travail de M. Hilfiker avec grand intérêt, mais à cause du manque de temps, il n'a pu qu'en prendre une connaissance sommaire. Certains chapitres lui ont paru excellents et pourront être imprimés tels quels. D'autres pourraient être un peu abrégés; il y aurait quelques modifications de détail à apporter au texte; M. Gautier est d'ailleurs absolument d'accord pour que ce rapport soit remis en circulation.

Quant à la publication, M. Gautier estime qu'elle doit être faite par la Commission géodésique puisque ce travail apporte en quelque sorte un complément au « Nivellement de précision de la Suisse ».

Le *Président* appuie la proposition de la publication par les soins de la Commission après que le rapport aura de

nouveau circulé. Cette proposition est adoptée à l'unanimité et des remerciements votés par la Commission à MM. Held et Hilfiker.

M. *Rosenmund* présente le rapport suivant sur les travaux de nivellement exécutés pendant l'année 1903.

Bericht über die von der Abteilung für Landestopographie im Jahre 1903 ausgeführten Nivellementsarbeiten.

Da nur ein Ingenieur für Präzisionsnivellements während der ganzen Dauer des Sommers 1903 von der Abteilung für Landestopographie verwendet werden konnte, währenddem sonst deren zwei waren, so konnte der Abschluss des 1902 begonnenen neuen Polygons Spiez-Saane-Bulle-Freiburg-Bern-Spiez nicht durchgeführt werden. Es wurden aber alle Fixpunkte auf den verbleibenden Linien gesetzt.

Von Herrn Dr. Hilfiker wurden ausser einigen Kontrollnivellementen von total 12 km. folgende wichtigere Arbeiten als Teile des genannten Polygons ausgeführt :

a) Die Linie Bern-Spiez wurde mit 2 Miren gleichzeitig hin und zurück nivelliert. Man wollte damit konstatieren wie sich die Fehler aus einem unabhängig durchgeführten doppelten Nivellement verhalten zu demjenigen, welche man erhält aus einem mit 2 Miren durchgeführten einfachen Nivellement, in dem die Differenz der beiden Mirennivellemente zur Fehlerberechnung benutzt werden. Es ergab sich dabei, dass bei Berechnung des mittleren Kilometer-Fehlers nach der Formel

$$\sqrt{\frac{\left[\frac{\Delta \Delta}{a} \right]}{2 n}}$$

der aus den beiden Mirennivellementen erhaltene Fehler $\pm 0.5^{mm}$ erhalten wurde, gegenüber einem Fehler von $\pm 0.6^{mm}$, berechnet aus den Differenzen zwischen Hin- und Rückmessung.

Die geringere Grösse nach der ersten Ableitung lässt darauf schliessen, dass dort nicht alle vorkommenden Fehler zu Tage treten und der mittlere Kilometerfehler effektiv etwas zu klein erhalten wird.

Aus den geringen Fehlerbeträgen auf der 38,5 km. langen Strecke lässt sich auf die Güte der Nivelliermethode und die Vorzüglichkeit des betr. Beobachters schliessen. Die Witterung war trotzdem für die Durchführung einer solchen Arbeit nicht

durchweg günstig gewesen. Nach der Formel $\frac{[\Delta]}{\sqrt{2k}}$ ergibt sich für die gleiche Strecke ein mittlerer Kilometerfehler von ± 0.6 mm. Gegenüber dem ursprünglichen « Nivellement de précision » zeigt sich eine von Bern bis Spiez allmählig steigende Differenz von bis auf 31 mm.

b) Die Linie von Freiburg nach Bern wurde mit 2 Miren aber nur in einem Sinne nivelliert. Es ergab sich dabei für die Höhendifferenz Freiburg-Bern gegenüber den frühern Angaben des « Nivellement de précision » eine Uebereinstimmung bis auf 5 mm, wenn man die Endpunkte am Münster Freiburg und Münster Bern als unverändert voraussetzt. Diese Strecke beträgt 35 km.

Im Laufe des Sommers kam Herr Ingenieur Gassmann von Zürich als Mitarbeiter zu den Nivellementsarbeiten. Nach einiger Vorübung wurde ihm die Durchführung des oben sub b angeführten Nivellements in umgekehrtem Sinne mit 2 Latten übertragen, um auch für diese Strecke ein Doppelnivellement zu erhalten. Die Arbeit konnte auf ca. $\frac{3}{5}$ der Strecke durchgeführt werden, ist aber noch nicht fertig berechnet.

Die Wiederholung des Kontrollnivellements von Biel nach Neuenburg wurde Herrn Ingenieur Wild übertragen, ist fertig ausgeführt, aber noch nicht vollständig berechnet.

Von der Publikation «Die Fixpunkte des schweizerischen Präzisionsnivellements» erschien die Lieferung 15. enthaltend die Linien: Luzern-Stansstad-Engelberg; Stansstad-Brünig-Brienzen-Bern; Spiez-Kandersteg; Brienzwiler-Grimsel-Gletsch.

M. *Rosenmund* ajoute que, d'après les renseignements reçus par le Service topographique, le gouvernement italien

fera procéder cette année au nivellement d'Aoste au Grand Saint-Bernard, la route étant bientôt terminée. Le Service topographique fera donc placer dès cet été des repères aux environs de l'Hospice, mais les opérations du côté suisse, de Martigny au Saint-Bernard, ne se feront pas avant le courant de l'année 1905.

Le *Président* remercie M. Rosenmund de son rapport et de sa communication. Il rappelle qu'à partir de cette année, la Commission géodésique cesse de subventionner les travaux de nivellement exécutés par le Service topographique, mais elle suivra avec intérêt toutes les nouvelles entreprises qui seront faites dans ce domaine et elle compte sur l'obligeance du directeur du Service topographique pour être tenue au courant de ses travaux de nivellement.

V. — Rapport financier. Budgets.

M. *Rosenmund* présente le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1903. Les comptes, bouclés à la fin de l'année, ont été soumis au Président de la Commission et approuvés par le Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles, puis transmis au Département fédéral de l'Intérieur.

Sur la proposition du Président, la Commission remercie M. *Rosenmund* de sa gestion financière.

Tableau des comptes de la Commission

	<i>Recettes.</i>	Fr. Cent.	Fr. Cent.
1903 15 janvier 31 déc. " "	Solde actif de 1902 Allocation fédérale pour 1903 du Département fédéral de l'Intérieur. Divers et imprévu : Vente des publications de la Commission géographique en 1903 (Fæsi et Beer et Georg et Cie) Banque populaire suisse à Berne, intérêt, pour 1903, sur un dépôt fait à Berne . . .	 15 800 — 33 60 69 65	 3 860 96 15 903 25
1904 5 février	Solde actif de 1903		19 764 24 1 705 77

géodésique suisse pour l'exercice de 1903.

1903	Dépenses.	Fr. Cent.	Fr. Cent.
31 déc.	<i>Pour l'Ingénieur de la Commission :</i>		
	Traitement de l'ingén. pour 1903 (Niethammer)	3 725 —	
	Indemnités de déplacem. pour 1903	4 328 —	
	Frais de voyage	154 30	
	Frais de bureau, petits achats, magasinage, réparations, etc.	326 —	5 533 30
	<i>Frais des stations :</i>		
	Aides et dépenses des aides (Niethammer) .	972 25	
	Transport des instruments et de la cabane, établissement des stations (Niethammer) .	966 90	
	Indemnité de déplacement et frais de voyage, etc., (M. le Prof. Riggenbach, pour sa participation aux travaux à Brigue)	353 34	2 292 49
	<i>Nivellement de précision (service topogr.) .</i>		3 000 —
	<i>Acquisition et réparation d'instruments</i> (Fechner à Potsdam, Siemens et Halske à Berlin ; Bamberg, Hirter, Niethammer) . .		3 944 55
	<i>Frais d'impression :</i> Procès-verbal des séances de 1903 (Attinger, Neuchâtel) . .		248 50
	<i>Séances de la Commission géodésique suisse</i> en 1903 (Lochmann, Gautier, Rebstein, Riggenbach, Rosenmund, Wolfer)		725 20
	<i>Conférence de l'Association géodésique internationale</i> à Copenhague (Gautier) . .		4 000 —
	<i>Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale</i> pour 1903 (M. 800).		983 20
	<i>Imprévu et divers :</i>		
	Réassurance de l'ingénieur et des aides . .	82 50	
	Dépenses du Président, frais de bureau, petits achats, achat de cartes, ports, etc. (Lochmann, Service topogr., Hartmann, Belly, Hügli papet., Büchler impr.)	278 70	364 20
1904	Total		48 058 44
5 février	<i>Solde à nouveau</i>		4 705 77
			<u>49 764 21</u>
	Berne, le 5 février 1904.		
	M. ROSENMUND.		
	Vu, Lausanne, le 6 février 1904.		
	Le Président de la Commission géodésique suisse, J.-J. LOCHMANN.		

La Commission fixe ensuite le budget rectifié pour 1904. Grâce aux achats d'instruments décidés au cours de la séance : instruments météorologiques, instruments nécessaires pour les déterminations des différences de longitude, fils d'invar et accessoires, le poste « acquisition d'instruments » se chiffre par une assez forte somme.

Budget rectifié pour 1904.

Recettes.

Solde actif de 1903	Fr.	1 705 77
Allocation fédérale pour 1904.	»	15 800 —
	<u>Fr.</u>	<u>17 505 77</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	3 800 —
Frais de bureau et de voyage de l'ingénieur	»	2 000 —
Frais des stations astronomiques et de pen- dule	»	2 300 —
Acquisition et réparation d'instruments .	»	5 500 —
Frais d'impression	»	1 500 —
Séances de la Commission géodésique suisse.	»	1 000 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'As- sociation géodésique internationale pour 1904	»	986 60
Imprévu et divers.	»	419 17
	<u>Fr.</u>	<u>17 505 77</u>

Enfin, la Commission établit le budget provisoire pour l'année 1905. En vertu de la décision prise de demander une augmentation de l'allocation fédérale pour l'année prochaine, la Commission fait le calcul des frais qui lui incomberont du fait de l'engagement éventuel d'un deuxième ingénieur. En comptant ces frais à un minimum, la Commission estime qu'une somme un peu supérieure à 6000 francs lui est nécessaire et elle la chiffre à 6200 francs, de façon à porter à 22 000 francs la somme totale de l'allocation qu'elle soumet à la bienveillance du Département fédéral de l'Intérieur pour être portée à l'approbation du haut Conseil fédéral et des Chambres fédérales.

Budget provisoire pour 1905.

Recettes.

Allocation fédérale ancienne pour 1905 .	Fr.	15 800 —
Augmentation demandée	»	6 200 —
	Fr.	<u>22 000 —</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	3 800 —
Frais de bureau et de voyage de l'ingénieur	»	2 000 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2 300 —
Acquisition et réparation d'instruments.	»	3 000 —
Frais d'impression	»	2 000 —
Séance de la Commission géodésique suisse.	»	500 —
A reporter	Fr.	13 600 —

Report	Fr. 13 600 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'Association géodésique internationale pour 1905	» 1 000 —
Frais de représentation à la Conférence de l'Association géodésique internationale	» 1 000 —
Imprévu et divers.	» 200 —
Traitement pour un second ingénieur, aides, frais de bureau et de voyage du second ingénieur.	} » 6 200 —
	<u>Fr. 22 000 —</u>

La séance est levée à 7 heures 15 minutes.

Le Secrétaire,
R. GAUTIER.

Le Président,
J.-J. LOCHMANN

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Procès-verbal de la Séance du 23 avril 1904.

Ordre du jour de la séance.	3
I. Affaires administratives	4
Listes d'expédition des publications de la Commission	4
Bibliothèque de la Commission	4
Dissertation de M. Niethammer	7
II. Travaux géodésiques	7
Extrait du rapport de M. Niethammer sur les travaux géodésiques de l'exercice 1903	8
Discussion sur les travaux de 1903	13
Programme des travaux pour 1904	19
Publications géodésiques de la Commission	21
III. Rapports spéciaux, programme des travaux futurs, etc.	23
1. Rapport de M. Gautier sur la XIV ^{me} Conférence générale de l'Association géodésique internationale à Copenhague	23
2. Rapport de M. Riggenbach sur la méthode et les appareils pour la détermination télégraphique des différences de longitude	27
3. Discussion sur le programme des travaux futurs de la Com- mission	28
Demande d'augmentation de l'allocation du Département fédéral de l'Intérieur dès 1905	30
Nomination de deux sous-commissions	34
4. Rapport de M. Gautier sur les fils d'invar de la Commission	32
5. Rapport de M. Riggenbach sur les comparaisons des chrono- mètres au Simplon, en automne 1903, par voie téléphonique	33

	Pages.
IV. Nivellement de précision	36
Travail du Service topographique fédéral sur les nivellements exécutés de 1893 à 1903, rédigé par M. le Dr Hilfiker. . . .	36
Décision d'imprimer ce travail	38
Rapport de M. Rosenmund sur les travaux de nivellement exé- tés en 1903	38
V. Rapport financier, budgets	41
Tableau des comptes de l'exercice 1903.	42
Budget rectifié pour 1904	44
Budget provisoire pour 1905	45

6.4

18

UNIV. OF MICH.

JAN 8 1907

SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

BULLETIN

TOME XXXII: ANNÉE 1903-1904



NEUCHATEL

IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ

—
1904

La liste des ouvrages reçus, publiée à la fin du Bulletin, tient lieu d'accusé de réception.

On peut se procurer les publications suivantes de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles en s'adressant au secrétaire-rédacteur :

1^o Mémoires, vol. I-IV; prix 20 fr. chacun.

2^o Bulletins, t. IV-XXXII; prix 8-12 fr.

3^o Notes laissées par L. Couleru sur les papillons qu'il a observés dans les cantons de Neuchâtel et de Berne, de Saint-Blaise à la Neuveville et de Jolimont à Chasseral, de 1829 à 1850; prix 1 fr.

4^o Catalogue des Lépidoptères du Jura neuchâtelois, par Frédéric de Rougemont, avec deux planches en couleurs peintes par Paul Robert; prix 7 fr. 50.

